

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е. А. Барановская

МЕЛИОРАЦИЯ

Утверждено редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО «КГТУ»
в качестве учебного пособия для студентов бакалавриата
по направлению подготовки 35.03.04 – Агронимия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 626 08 (04)

Рецензент

доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе
Калининградского научно-исследовательского института сельского хозяйства –
филиала ФНЦ «Вик им. В. Р. Вильямса» А. Г. Красноперов

Барановская, Е. А.

Мелиорация: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся в бакалавриате по направлениям подготовки 35.03.04 – Агрономия / Е. А. Барановская. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 143 с.

ISBN 978-5-94826-682-4

Учебное пособие предназначено для освоения знаний, приобретения умений и навыков при изучении дисциплины «Мелиорация», формирования у студентов способности к самостоятельному поиску и анализу информации, а также получения теоретических знаний в области мелиорации, как основы при организации сельскохозяйственного производства. В пособии рассмотрены виды мелиорации, водно-физические свойства почв, водный баланс, классификация мелиоративных устройств, осушение и орошение почв, культуртехнические мероприятия и другие вопросы мелиорации земель.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки Агрономия.

Табл. 11, рис. 2, список лит. – 5 наименований

Учебное пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры агрономии и агроэкологии ФГБОУ ВО «Калининградского государственного технического университета» 28 июня 2023 г., протокол № 13

Учебное пособие рекомендовано к печати на заседании методической комиссии института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 июня 2023 г., протокол № 6.

ISBN 978-5-94826-682-4

УДК 626 08 (04)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Барановская, Е. А. 2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных средств интенсификации сельскохозяйственного производства является мелиорация. При составлении мелиорации земель решаются комплексные задачи, учитывающие интересы различных отраслей народного хозяйства, составляются генеральные схемы мелиорации земель в водосборах крупных рек с учетом развития хозяйств, расположенных на территории водосборной площади.

Для научно-обоснованного проведения мелиорации и землеустроительных работ нужны подготовленные специалисты.

Мелиорация – это работы, направленные на улучшение свойств земель и повышение их производительности.

Мелиорация земель является одним из средств интенсификации сельскохозяйственного производства. С мелиорируемых земель, занимающих немногим более 10 % обрабатываемых площадей, получают более 30 % продукции сельского хозяйства. Мелиорацией охвачены все климатические зоны. Основными районами в зоне избыточного увлажнения являются Полесская низменность, Нечерноземная зона России. Много работы проводится по осушению земель в Калининградской области, Сибири и на Дальнем Востоке. При составлении планов мелиорации земель решаются комплексные задачи, учитывающие интересы различных отраслей народного хозяйства, составляются генеральные схемы мелиорации земель в водосборах крупных рек с учетом развития хозяйств, расположенных на территории водосборной площади.

С помощью мелиорации были вовлечены в сельскохозяйственный оборот сотни миллионов гектаров неудобных земель – болот, песчаных и каменистых пустынь, морских побережий и речных дельт, освоены под земледелие занятые ранее водой озера и морские заливы, засоленные земли и солонцы, крутые склоны в предгорьях и на холмах путем их террасирования. Ведется активная борьба с неблагоприятными природными процессами – засухой, переувлажнением, зарастанием земель кустарником и лесом, наводнениями, эрозией и дефляцией почв и грязекаменными потоками (сеярами).

Мелиоративные мероприятия, помимо расширения площади земель сельскохозяйственного использования, во все времена позволяли повысить продуктивность обрабатываемых земель путем регулирования водного, теплового, питательного и воздушного режимов почв с помощью орошения, осушения, культуртехнической мелиорации, агролесомелиорации, тепловой мелиорации и др. Одновременно с вводом мелиорированных земель производилось обустройство территории объектами социальной и производственной сферы.

Благодаря этому мелиорация стала важнейшим средством борьбы с неурожаем и голодом, она активно способствовала увеличению производства продовольствия, а вместе с этим – росту численности населения на планете, улучшению качества пищи и укреплению его здоровья.

Помимо природных негативных факторов – переувлажнения, эрозии, заболачивания и засоления земель – в деградации почв принимают участие ан-

тропогенные факторы, связанные с хозяйственной, не всегда продуманной деятельностью человека. К ним относятся подтопление, заболачивание и засоление земель под влиянием сооружения водохранилищ и прудов, неправильной эксплуатации оросительных систем, чрезмерной распашки земель с заилением рек продуктами эрозии, строительство систем сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения без водоотведения (канализации), сооружение железных и автомобильных дорог с нарушением требований к устройству мостов и насыпей.

Все эти факторы ведут к подъему уровней грунтовых вод и подтоплению земель. Антропогенные воздействия особенно сильно проявляются в аридной зоне – степях и полупустынях. Вместе с тем мелиорация активно влияет на природные процессы, протекающие в биосфере, поэтому активно развивающийся в мелиорации научно-технический процесс все более акцентируется на недопущении возможных негативных влияний мелиорации на окружающую среду. Рационально проводимая мелиорация является одновременно экологически безопасной, этому наиболее полно удовлетворяет принцип адаптивно-ландшафтной мелиорации, взятый повсеместно на вооружение и активно разрабатываемый учеными-мелиораторами.

Для научно-обоснованного проведения мелиорации в сельскохозяйственном производстве нужны подготовленные специалисты. Учебное пособие предназначено для студентов, изучающих мелиорацию, а также начинающих специалистов аграрного производства.

1 ВИДЫ И ЗАДАЧИ МЕЛИОРАЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

1.1 Понятие мелиорации

Мелиорация земель – это комплекс организационно-хозяйственных и технических мероприятий по улучшению гидрологических, почвенных и агроклиматических условий с целью повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Мелиорация отличается от обычных агротехнических приёмов длительным и более интенсивным воздействием на объекты мелиорации.

Мелиорация – образованное от латинского *melioration* – улучшение. Означает коренное улучшение земель для сельскохозяйственного использования. Улучшением земель для расширения площади и повышения продуктивности используемых угодий люди занимаются со времени появления земледелия, т.е. в течение многих тысячелетий. До появления слова «мелиорация» в России использовались термины: поправление полей, исправление полей, расчистка земель, земельные улучшения.

Согласно Закону РФ «О мелиорации земель» мелиорация земель осуществляется в целях повышения продуктивности и устойчивости земледелия, обеспечения гарантированного производства сельскохозяйственной продукции на основе сохранения и повышения плодородия земель, а также создания необходимых условий для вовлечения в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых и малопродуктивных земель и формирования рациональной структуры земельных угодий.

Законом РФ «О мелиорации земель» утверждены следующие основные понятия: мелиорация земель – коренное улучшение земель путем проведения гидротехнических, культуртехнических, химических, противоэрозионных, агролесомелиоративных, агротехнических и других мелиоративных мероприятий;

- **мелиоративные мероприятия** – проектирование, строительство, эксплуатация и реконструкция мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, обводнение пастбищ, создание мелиоративных защитных лесных насаждений, проведение культуртехнических работ, работ по улучшению химических и физических свойств почв, научное и производственно-техническое обеспечение указанных работ;

- **мелиорируемые земли** – земли, недостаточное плодородие которых улучшается с помощью осуществления мелиоративных мероприятий; мелиорированные земли – земли, на которых проведены мелиоративные мероприятия;

- **мелиоративные системы** – комплексы взаимосвязанных гидротехнических и других сооружений и устройств (каналы, коллекторы, трубопроводы, водохранилища, плотины, дамбы, насосные станции, водозаборы, другие сооружения и устройства на мелиорированных землях), обеспечивающих создание оптимальных водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорированных землях;

- **государственные мелиоративные системы** – мелиоративные системы, находящиеся в государственной собственности и обеспечивающие межрегиональное и (или) межхозяйственное водораспределение и противопаводковую защиту, а также мелиоративные защитные лесные насаждения, которые необходимы для обеспечения государственных нужд;

- **мелиоративные системы общего пользования** – мелиоративные системы, находящиеся в общей собственности двух или нескольких лиц либо переданные в установленном порядке в пользование нескольким гражданам (физическим лицам) и (или) юридическим лицам, а также мелиоративные защитные лесные насаждения, необходимые для нужд указанных лиц;

- **мелиоративные системы индивидуального пользования** – мелиоративные системы, находящиеся в собственности гражданина (физического лица) или юридического лица либо переданные в установленном порядке в пользование гражданину (физическому лицу) или юридическому лицу, а также мелиоративные защитные лесные насаждения, необходимые указанным лицам только для их нужд;

- **отдельно расположенные гидротехнические сооружения** – инженерные сооружения и устройства, не входящие в мелиоративные системы, обеспечивающие регулирование, подъем, подачу, распределение воды потребителям, отвод вод с помощью мелиоративных систем, защиту почв от водной эрозии, противоселевую и противооползневую защиту;

- **мелиоративные защитные лесные насаждения** – лесные насаждения естественного происхождения или искусственно созданные на землях сельскохозяйственного назначения или на землях, предназначенных для осуществления производства сельскохозяйственной продукции, в целях предотвращения деградации почв на пастбищах, эрозии почв и защиты от воздействия неблагоприятных явлений природного, антропогенного и техногенного происхождения посредством использования климаторегулирующих, почвозащитных, противоэрозионных, водорегулирующих и иных полезных функций лесных насаждений в целях сохранения и повышения плодородия земель (далее – полезные функции мелиоративных защитных лесных насаждений).

Законодательство Российской Федерации в области мелиорации земель состоит из настоящего Федерального закона и принимаемых в соответствии с ним законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации. Общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации в области мелиорации земель являются в соответствии с Конституцией Российской Федерации составной частью правовой системы Российской Федерации. Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены законодательством Российской Федерации в области мелиорации земель, применяются правила международного договора. Решения межгосударственных органов, принятые на основании положений международных договоров Российской Федерации в их истолковании, противоречащем Конституции Российской Федерации, не подлежат исполнению в Российской Федерации. Та-

кое противоречие может быть установлено в порядке, определенном федеральным конституционным законом. Законодательство Российской Федерации в области мелиорации земель регулирует отношения, возникающие в процессе осуществления мелиоративных мероприятий на землях сельскохозяйственного назначения или на землях, предназначенных для осуществления производства сельскохозяйственной продукции. Отношения, возникающие в процессе осуществления мелиоративных мероприятий на землях, на которых располагаются леса, и на иных землях, за исключением земель сельскохозяйственного назначения, регулируются настоящим Федеральным законом в той мере, в какой это не противоречит лесному и земельному законодательству Российской Федерации. Отношения, возникающие в процессе использования земель сельскохозяйственного назначения, земель лесного фонда, земель водного фонда, регулируются настоящим Федеральным законом в соответствии с земельным, водным, лесным законодательством Российской Федерации и законодательством Российской Федерации об охране окружающей среды. Имущественные и административные отношения, возникающие в области мелиорации земель, регулируются настоящим Федеральным законом в соответствии с гражданским и административным законодательством Российской Федерации».

1.2 Виды мелиорации

В зависимости от характера мелиоративных мероприятий различают следующие типы мелиорации земель:

- **техническая мелиорация земель** (техномелиорация, культуртехническая) осуществляется техническими средствами и технологиями мелиоративной агротехники и культуртехнической, обеспечивающими их укрепление и высокопродуктивное использование земель, состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий по коренному улучшению земель (расчистка мелиорируемых земель от древесной и травянистой растительности, кочек, пней и мха, расчистка мелиорируемых земель от камней и иных предметов; мелиоративная обработка солонцов, рыхление, пескование, глинование, землевание, плантаж и первичная обработка почвы, проведение иных культуртехнических работ);

- **земельная мелиорация земель** (геомелиорация) направлена на сохранение или улучшение потребительских свойств земли, при реализации которых преобразующим фактором или средством воздействия является земля, обладающая другими свойствами;

- **водная мелиорация земель** (гидромелиорация) состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий, обеспечивающих коренное улучшение заболоченных, излишне увлажненных, засушливых, эродированных, смытых и других земель, состояние которых зависит от воздействия воды; направлена на регулирование водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорируемых землях посредством осуществления мер по подъему, подаче, распределению и отводу вод с помощью мелиоративных систем, а также отдельно расположенных гидротехнических сооружений; к этому типу мелиорации земель относятся оросительная, осушительная, противопаводковая, проти-

воселевая, противоэрозионная, противооползневая и другие виды гидромелиорации земель;

- **воздушная мелиорация земель** (аэромелиорация), осуществляется посредством газов или воздуха с целью регулирования воздушно-газового режима почв;

- **растительная мелиорация земель** (фитомелиорация) заключается в том, что мелиорирующим средством являются растительные организмы (деревья, кустарники, травы, грибы);

- **химическая мелиорация земель** (химмелиорация), состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий по улучшению химических и физических свойств почв, включает в себя известкование почв, фосфоритование и гипсование почв;

- **зоологическая мелиорация земель** (зоомелиорация), основана на использовании в качестве мелиорирующего средства (мелиоранта) живых (микро- и макробиологических) организмов.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ И ГРУНТОВ

При анализе природных условий для выращивания сельскохозяйственных растений особое внимание уделяется данным, необходимым для обоснования методов и способов осушения или увлажнения земель, а также расчетных параметров мелиоративной сети. Определяющими факторами являются следующие:

1. Агроклиматические условия (осадки, водопотребление, запасы почвенной влаги, температура воздуха и другие факторы, их распределение в течение вегетационного периода в разные по водности годы; длительность снежного покрова, начало и конец морозного периода, сроки сева сельскохозяйственных культур, продолжительность вегетационного периода, глубина промерзания грунта и т.д.).

2. Почвы и растительный покров, геология и водно-физические свойства почв и грунтов (почвы, растительность, состояние поверхности, подпочва, положение водоупора, коэффициенты фильтрации, влагоемкость и т.д.).

3. Гидрографическая характеристика объекта (наличие и состояние водоприемника, площадь прилегающего водосбора, его состояние и показатели, глубина залегания грунтовых вод до мелиорации и др.).

4. Характеристика планового материала и других данных (уклон поверхности, наличие западин, участков выклинивания грунтовых вод).

5. Состояние водоприемника: можно ли его использовать без регулирования, продолжительность затопления земель до мелиорации, состояние русла, глубина, расходы в разные периоды года, возможность комплексного использования его водных ресурсов, в частности, на увлажнение осушаемых земель в засушливые периоды года.

Анализируются эти вопросы по исходным данным, а также по справочной литературе. Агроклиматические показатели выписываются из агроклиматических справочников областей, республик или же по ближайшим метеостанциям, где расположен объект (приложение А).

По составу почва представляет собой трехфазную гомогенную систему, состоящую из твердой, жидкой и газообразной фаз. Твердая фаза (минеральная и органическая части) представляет скелет почвы. Между твердыми частицами находятся поры, заполненные водой и воздухом (рисунок 1).

В зависимости от складывающегося соотношения твердой и газообразной фаз определяется режим обеспеченности выращиваемых растений земными факторами жизни. В сельскохозяйственном производстве для создания оптимальных водного, воздушного, теплового, питательного режимов необходимо изменять соотношения между фазами путем обработки почвы и других приемов. Оптимальным условно считается соотношение 2:1:1, когда твердая фаза занимает 50, жидкая и газообразная – по 25 %.

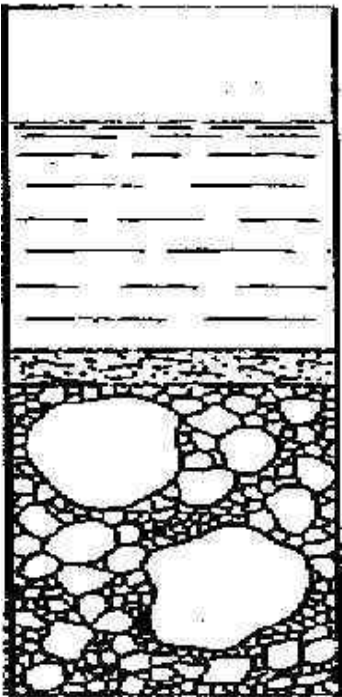
	Воздух	
	Вода	
	Твердая фаза	Органическое вещество
Минеральное вещество		

Рисунок 1 – Соотношение компонентов (фаз) почвы в пахотном слое

2.1 Водный режим почв и его регулирования

Вода – земной фактор жизни растений. В почве вода представляет собой жидкую фазу, или почвенный раствор. Попадая в почву различными способами (с осадками, из грунтовых вод по капиллярам, при конденсации водяных паров и т. д.), вода претерпевает определенные изменения: с одной стороны, включает в себя находящиеся в почве различные водорастворимые соединения, а с другой – теряет поглощаемые почвой вещества. Часть поступающей в почву воды теряется (просачивается вглубь, стекает, испаряется), другая часть удерживается почвой; она и представляет собой почвенный раствор, характеризующийся рядом показателей (рН, наличие водорастворимых органических соединений и питательных веществ, солей и др.).

Вода имеет огромное значение для жизнедеятельности растений, микробов и других организмов. Г. Н. Высоцкий, подчеркивая исключительно важное значение воды в почве, сравнивал ее роль с ролью крови для живых организмов.

Почвенная влага служит и в качестве терморегулятора, влияя на тепловой баланс и режим почвы. Влажность почвы воздействует на агрофизические свойства: плотность, липкость, способность к крошению и образованию агрегатов – спелость почвы.

Вода в почве во многом определяет уровень эффективного плодородия. Почвенный раствор, имея определенную реакцию (кислую, нейтральную, щелочную), содержит питательные вещества и различные соединения (благоприятные или токсичные для растений), оказывает непосредственное влияние на

продуктивность выращиваемых сельскохозяйственных культур, их урожайность.

Сельскохозяйственные культуры предъявляют определенные требования к водному режиму почвы. Наивысший урожай получают лишь при оптимальном запасе влаги, питания, тепла, света и др. При недостатке и излишке влаги в почве урожай культур значительно снижается. В первом случае растения страдают от недостатка влаги и питательных веществ, во втором – от недостатка воздуха в почве.

Вода необходима растению во все периоды жизни: потребность в ней только для прорастания семян составляет 0–100 % их массы, в дальнейшем на образование 1 г сухого органического вещества растениям требуется от 200 до 1000 г воды.

Растения при недостатке воды резко снижают продуктивность в период образования репродуктивных органов. В то же время избыток влаги в почве, когда влажность превышает *наименьшую полевую влагоемкость (НВ)*, угнетает рост и развитие растений. Различные растения по-разному переносят переувлажнение.

Для большинства зерновых культур это стадия выход в трубку – колошение, для кукурузы – цветение – молочная спелость, картофеля – цветение – клубнеобразование.

По В. Р. Вильямсу, основным условием, определяющим потребность растений в воде, является продолжительность так называемых *критических фаз развития растений*. В эти фазы растения наиболее чувствительны к недостатку влаги и почве, резко снижают урожай.

Почвенная влага в зависимости от характера связи между молекулами воды, твердой и газовой фазами почвы характеризуется разной подвижностью и неодинаковыми свойствами.

По физическому состоянию различают три формы (категории) почвенной воды: *твердую, жидкую и парообразную*; по характеру связи с твердой фазой и степени подвижности воды – шесть: *химически связанную, твердую, парообразную, прочносвязанную и рыхлосвязанную* (капиллярная и гравитационная).

Химически связанная вода. Характеризуется неподвижностью, высокой прочностью связей, неспособностью растворять, включает конституционную (гидратную) и кристаллизационную (кристаллогидратную) воду, входит в состав твердой фазы почвы. ***Внутриклеточная влага*** имеется в составе различных почвенных соединений и растительных остатков. Химически связанная вода растениям недоступна.

Твердая вода. Образуется в почве в форме льда при ее промерзании в осенне-зимний период (сезонное промерзание) или сохраняется на определенной глубине в промерзшей толще почвогрунта, не оттаивая даже летом (вечная, многолетняя мерзлота). Твердая вода в почве, способная таять и испаряться, представляет собой потенциальный источник жидкой и парообразной воды. Твердая вода неподвижна, растениям недоступна.

Парообразная вода. Содержится в виде водяного пара в почвенном воздухе, насыщая его нередко до 100 %. Она передвигается с мест с большим давлением в места с меньшим давлением водяных паров, а также с током воздуха.

Парообразная влага в снабжении растений водой практически значения не имеет. Перенос воды в форме пара может осуществляться по пустотам вокруг корней, которые оттягивают влагу из окружающего почвенного пространства, что имеет значение для уплотненных посевов. Она недоступна корневой системе растений. При понижении температуры парообразная вода, конденсируясь, может переходить в жидкую, которая становится доступной для растений.

Прочносвязанная вода. Это первая форма физически связанной, или сорбированной, воды, называемой *гигроскопической водой*. Она образуется в результате сорбции почвенными (преимущественно коллоидными) частицами водяных паров из воздуха. Эту способность почвы называют *гигроскопичностью*.

Гигроскопическая вода образуется на поверхности частиц при поглощении почвой паров воды из воздуха. Максимальная гигроскопичность составляет: у песчаных почв – около 1, у суглинистых – 5–8, у глинистых – 10–12 % массы сухой почвы и недоступна растениям. Влажность устойчивого завядания соответствует полуторной (до двойной) максимальной гигроскопичности.

Гигроскопическая вода покрывает почвенные частицы тонкой пленкой, состоящей из одного-трех слоев молекул. Молекулы воды, сорбированные почвой, являясь диполями, находятся в строго ориентированном положении. Гигроскопическая вода отличается особыми свойствами: она замерзает при температуре – минус 4–7 °С, не растворяет растворимые в свободной воде вещества, характеризуется повышенной плотностью (1,5–1,8 г/см³) и вязкостью, недоступна растениям.

Максимальное количество гигроскопической воды, которое может поглотить и удержать почва, будучи помещенной в атмосферу, насыщенную водяными парами (около 96–98 %), называется *максимальной гигроскопичностью* (МГ). Величина МГ позволяет определить обеспеченность растений водой. Обычно полуторная, двойная максимальная гигроскопичность соответствует влажности *устойчивого завядания растений* (ВЗ), или «мертвому запасу» воды в почве, и учитывается при расчете запасов продуктивной влаги и норм полива. Для расчета влажности и устойчивого завядания растений по величине МГ применяют коэффициент 1,34.

Рыхлосвязанная вода. Это вторая форма физически связанной, или сорбированной, воды, называемая *пленочной водой*. Она образуется в результате дополнительной (к МГ) сорбции молекул воды при соприкосновении твердых коллоидных частиц почвы с жидкой водой. Это происходит потому, что почвенные частицы, сорбировавшие максимальное количество молекул гигроскопической воды (из водяного пара), полностью не насыщаются и способны еще удержать несколько слоев ориентированных молекул воды, образующих водную пленку. Пленочная, или рыхлосвязанная, вода слабоподвижна, растениям малодоступна. Пленочная вода обволакивает почвенные частицы тонким слоем поверх гигроскопической и удерживается молекулярными силами с большой

силой. Прочность связи пленочной воды уменьшается по мере удаления от поверхности почвенной частицы и при достижении некоторого предела, который называют максимальной молекулярной влагоемкостью, вода уже не удерживается молекулярными силами и становится доступной для растений. В состоянии пленочного увлажнения почвы выделяют влажность завядания (при тонкой пленке), при которой в листьях растений создается дефицит влаги, ткани теряют тургор и растения увядают.

Капиллярная вода. Капиллярная вода помещается в мелких проходах (порах) между почвенными частицами и удерживается менисковыми силами, которые обусловлены поверхностным натяжением жидкости и смачиванием поверхности частиц.

Если капиллярной воды в почве очень мало, она размещается лишь в наиболее тонких замкнутых почвенных порах и в местах контакта почвенных частиц. В таком состоянии влага мало подвижна и трудно усваивается растениями. По мере увеличения количества капиллярной воды стыковые участки начинают соединяться между собой, вода становится подвижной и доступной растениям. Когда все мелкие поры заняты водой, подвижность капиллярной воды увеличивается, происходит перемещение ее от мест с высокой влажностью к местам с пониженной влажностью почвы, влага становится хорошо доступной растениям. Различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду. **Капиллярно-подвешенная** вода образуется при увлажнении почвы с поверхности (дождевая вода, талые воды, оросительные), **капиллярно-подпертая** – при поступлении воды снизу, т. е. при подъеме воды по капиллярам от грунтовых вод. Под слоем почвы, увлажненным капиллярно-подвешенной водой, и над слоем почвы, увлажненным капиллярно-подпертой водой, находится слой сухой почвы. Зона (слой) над зеркалом грунтовых вод, насыщенная капиллярно-подпертой водой, называется **капиллярной каймой**.

Подъем грунтовой воды по капиллярам тем выше, чем тоньше капилляры. Менисковые силы, вызывающие подъем воды, начинают проявляться при диаметре пор < 8 мм. Максимальное количество капиллярно-подвешенной воды, которое может удерживаться в почве после обильного увлажнения сверху и затем свободного оттока воды в более глубокие слои при глубоком залегании грунтовых вод, называется **наименьшей влагоемкостью (НВ)**.

Оптимальная влажность почвы соответствует 70–100 % НВ. Разность между величиной НВ и фактической влажностью почвы называют **дефицитом влаги в почве**.

Гравитационная вода. Она появляется в почве при увлажнении сверх капиллярного насыщения. Она свободно просачивается вниз под действием силы тяжести (гравитации), вызывая подъем грунтовых вод и заболачивание почвы на неосушаемых землях. На осушаемых участках гравитационная вода поступает в осушители и отводится за пределы объекта.

Занимает все крупные некапиллярные промежутки между агрегатами в почве, вытесняя воздух. Передвигается свободно под действием силы тяжести (гравитации).

Максимальное количество гравитационной воды, которое может вместить почва при заполнении всех пустот и пор, называется **полной влагоемкостью (ПВ)**.

При полном заполнении почвы водой, т. е. при значении влажности почвы, соответствующем ПВ, в почве содержится максимальное количество воды, включающее гигроскопическую, пленочную, капиллярную и гравитационную формы. Величина ПВ практически равна порозности (скважности) почвы и колеблется от 20–40 до 50–60 %, иногда достигая 80 %.

Способность почвы к устойчивому обеспечению растений водой зависит от водных свойств почвы. К водным свойствам почвы относятся прежде всего водоудерживающая способность, влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность, потенциал почвенной воды, сосущая сила почвы.

Свойство почвы поглощать и удерживать воду в своем профиле, противодействуя стеканию ее под действием силы тяжести, называется **водоудерживающей способностью**.

Основными силами, удерживающими воду в почве, являются сорбционные и капиллярные. Количественно водоудерживающая способность представляет влагоемкость.

Влагоемкость почвы – это максимальное количество той или иной формы (категории) почвенной воды, удерживаемое соответствующими силами в почве.

Водопроницаемость почвы – это свойство почвы впитывать и пропускать через свой профиль поступающую с поверхности воду. Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структуры почвы, плотности, степени увлажнения.

Свойство почвы обеспечивать восходящее передвижение содержащейся в ней воды под воздействием капиллярных сил называется **водоподъемной способностью**. Высота подъема в песках – 0,3–0,5, в супесях – 0,6–0,8, в тяжелых суглинках – 2,0–3,0, в глинистых – до 7 м. В торфяных грунтах она изменяется от 0,3 до 1,2 м в зависимости от степени разложения органического вещества.

Содержание влаги в почве характеризуется так же такими показателями, как капиллярная влагоемкость, влажность разрыва капилляров, критическая влажность.

Капиллярная влагоемкость (КВ) – количество капиллярной влаги, которое может содержаться в почве в зоне капиллярного поднятия при неглубоком залегании грунтовых вод.

Влажность разрыва капилляров (ВРК) – влажность, при которой подвешенная влага в процессе испарения перестает передвигаться к испаряющей поверхности.

Критическая влажность (КРВ) – влажность почвы, при переходе через которую от более высокой к более низкой резко ухудшается снабжение растений водой. Ее принимают равной ВРК.

Все перечисленные виды почвенной влаги, а также факторы формирования водного режима и их динамику во времени необходимо учитывать при

назначении наиболее рациональных приемов регулирования влажности почвы и при составлении хозяйственных планов водопользования.

Водным режимом почв называют совокупность процессов поступления, передвижения и изменения состояния почвенной влаги.

В конкретных почвенно-климатических условиях способы регулирования водного режима имеют свои особенности. Улучшению водного режима слабодренированных территорий зоны достаточного и избыточного увлажнения способствуют планировка поверхности почвы и нивелировка микро- и мезопонижений, в которых весной и летом может наблюдаться длительный застой влаги.

Практически характер водного режима определяют по соотношению средних осадков и испаряемости. Испаряемость – наибольшее количество влаги, которое может испариться с открытой водной поверхности или с поверхности постоянно переувлажненной почвы в данных климатических условиях (мм). Отношение годовой суммы осадков к годовой испаряемости именуют коэффициент увлажнения (КУ). Он колеблется в пределах 0,1–3,0 в различных природных зонах.

По Г. Н. Высоцкому и А. А. Роде выделяют шесть типов водного режима:

1. Мерзлотный тип. Характерен для территорий распространения вечной мерзлоты. Мерзлый слой грунта, являясь водоупором, обуславливает наличие надмерзлотной верховодки, поэтому верхняя часть оттаявшей почвы в течение вегетационного периода насыщена водой, что приводит к оглеению почвы. Поэтому все тундровые почвы оглеены. Почва оттаивает на глубину от одного до четырех метров. Годовой водооборот охватывает лишь почвенный слой.

2. Промывной тип (КУ > 1). Характерен для местностей, где сумма годовых осадков больше величины испаряемости (таежно-лесная зона, полесье, влажные субтропики и тропики). В годовом цикле водооборота нисходящие токи преобладают над восходящими. Почвенная толща ежегодно подвергается сквозному промачиванию до грунтовых вод, что приводит к интенсивному выщелачиванию продуктов почвообразования. Годовой влагооборот охватывает всю почвенную толщу. В условиях такого интенсивного промыва происходят вынос продуктов почвообразования за пределы почвенного профиля и формирование почв подзолистого типа почвообразования. В более засушливых регионах он имеет место лишь при легком гранулометрическом составе. В таких условиях формируются почвы подзолистого типа, красноземы и желтоземы. Болотный подтип водного режима развивается при близком к поверхности залегании грунтовых вод, либо слабой водопроницаемости почвообразующих пород.

3. Периодически промывной тип (КУ = 0,8-1,2; в среднем 1) характеризуется средней многолетней сбалансированностью осадков и испаряемости. Годовой влагооборот охватывает только почвенную толщу (непромывные условия) в сухой год и весь слой до грунтовых вод (промывные условия) во влажный год. Промывание бывает раз в несколько лет. Причем сквозное промачивание может происходить один раз в 10 и более лет. Периодически промывной тип водного режима способствует формированию серых лесных почв, оподзо-

ленных и выщелоченных черноземов лесостепной зоны. Такой водный режим характерен для серых лесных почв, черноземов выщелоченных и оподзоленных.

4. Непромывной тип водного режима ($KU > 1$) свойственен местностям, где влага осадков распределяется только в верхних горизонтах и не достигает грунтовых вод. Связь между атмосферной и грунтовой водой осуществляется через слой с очень низкой влажностью, близкой к ВЗ (мертвый слой). Обмен влагой происходит путем передвижения воды в форме пара. Такой водный режим характерен для степных почв – черноземов и каштановых, бурых полупустынных и серо-бурых пустынных почв. В указанном ряду почв уменьшается количество осадков и растет испаряемость. Коэффициент увлажнения уменьшается от 0,6 до 0,1. Годовым влагооборотом охвачена толща почвогрунтов от четырех метров в степях до одного метра в пустынях. Запасы влаги, накопленные в степных почвах к весне за счет позднеосенних осадков и талой воды, интенсивно расходуются на транспирацию и физическое испарение, становясь к осени ничтожными. В полупустынной и пустынной областях без орошения земледелие невозможно. Расход влаги идет преимущественно на транспирацию, поэтому преобладают нисходящие токи влаги. Вся инфильтрующаяся влага возвращается в атмосферу.

5. Выпотной (десуктивно-выпотной) тип водного режима ($KU < 1$) проявляется в степной, особенно полупустынной и пустынной зонах при близком залегании грунтовых вод. Характерно преобладание восходящих потоков влаги в почве за счет ее подтока по капиллярам от грунтовых вод. Верхняя часть капиллярной каймы входит в почвенный слой. Почвенно-грунтовые воды аллохтонные, т.е. имеющие дополнительное грунтовое питание. Годовой водооборот охватывает всю почвенно-грунтовую толщу. При высокой минерализации грунтовых вод в почву попадают легкорастворимые соли и почва засоляется. Собственно выпотной тип наблюдается при очень близком, в пределах почвенного профиля, залегании грунтовых вод. Верхняя граница капиллярной каймы выходит на дневную поверхность. В этом случае преобладает не транспирация, а физическое испарение.

6. Иригационный тип создается при дополнительном увлажнении почвы оросительными водами. При орошении в разные периоды проявляются разные типы водного режима. В период полива имеет место промывной тип, сменяющийся непромывным и даже выпотным, т. е. в почве периодически преобладают то восходящие, то нисходящие потоки влаги.

Выделяют также подтипы по источнику увлажнения: *атмосферное, грунтово-атмосферное, атмосферное с дополнительным поверхностным, грунтово-атмосферное с дополнительным поверхностным, атмосферное с дополнительным паводковым, грунтово-атмосферное с дополнительным паводковым.*

Для каждого типа почвы характерны определенные режимы влажности, т.е. смены почвенно-гидрологических условий. Принято выделять пять классов влажности:

1) Полное насыщение – водоносный горизонт большую часть вегетационного периода находится в пределах почвенного профиля; влажность изменяется от ПВ до КВ вверху и ПВ в нижней части профиля; капиллярная кайма находится у дневной поверхности.

2) Капиллярное насыщение – водоносный горизонт иногда в почвенном профиле; капиллярная кайма в пределах профиля; влажность – от КВ до НВ-ВРК вверху, от ПВ до КВ внизу.

3) Периодическое капиллярное насыщение – водоносный горизонт в профиле лишь после снеготаяния, бывает капиллярная кайма в профиле; влажность от КВ до ВРК вверху и от КВ до НВ внизу.

4) Сквозное наименьшее насыщение – весной почва промачивается насквозь до НВ; нет водоносного горизонта и капиллярной каймы; влажность меняется от НВ-ВЗ вверху до НВ-ВРК(ВЗ) внизу.

5) Несквозное наименьшее насыщение – весной почва промачивается на некоторую глубину до НВ, ниже всегда находится слой с ВЗ; влажность в пределах НВ-ВЗ.

В дерново-подзолистых и подзолистых почвах КУ обычно 1,2–1,4; режим промывной. В апреле-июле КУ менее единицы. Режим влажности – обычно периодически капиллярное насыщение. Под культурными растениями, особенно многолетними травами, мощность слоя летнего иссушения – до 1 м, а зерновые используют влагу до 0,6–0,7 м.

В 6–10 % случаев бывают засухи, а один раз в три года на дерново-подзолистых почвах бывает недостаточное обеспечение растений влагой.

Регулирование водного режима является обязательным мероприятием в районах интенсивного земледелия. При этом осуществляется комплекс приемов, направленных на устранение неблагоприятных условий водоснабжения растений. Искусственно меняя приходные и расходные статьи водного баланса, можно существенно влиять на общие полезные запасы воды в почвах и этим способствовать получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Регулирование водного режима основывается на учете климатических и почвенных условий, а также потребностей выращиваемых культур в воде. Для создания оптимальных условий роста и развития растений необходимо стремиться к уравниванию количества влаги, поступающей в почву, с ее расходом на транспирацию и физическое испарение, т. е. созданию коэффициента увлажнения, близкого к единице.

На почвах с временным избыточным увлажнением для удаления избытка влаги целесообразно с осени делать гребни. Высокие гребни способствуют увеличению физического испарения, а по бороздам происходит поверхностный сток воды за пределы поля.

Почвы болотного типа и минеральные заболоченные нуждаются в осушительных мелиорациях – устройстве закрытого дренажа или отводе избыточной влаги с помощью открытой сети.

Регулирование водного режима почв во влажной зоне с большим количеством годовых осадков не ограничивается осушительной направленностью. В

ряде случаев даже на дерново-подзолистых почвах летом возникает недостаток влаги и потребность в дополнительном количестве воды. Эффективное средство улучшения влагообеспеченности растений в Нечерноземной зоне – двустороннее регулирование влаги, когда избыток влаги отводится с полей по дренажным трубам, а при необходимости подается на поля по тем же трубам или дождеванием.

Все приемы окультуривания почвы (создание глубокого пахотного слоя, улучшение структурного состояния, увеличение общей пористости, рыхление подпахотного горизонта) повышают ее влагоемкость и способствуют накоплению и сохранению продуктивных запасов влаги в корнеобитаемом слое.

В зоне неустойчивого увлажнения и засушливых районах регулирование водного режима направлено на максимальное накопление влаги в почве и на рациональное ее использование. Один из наиболее распространенных способов – влагозадержание снега и талых вод. Для этого используют стерню, кулисные растения, валы из снега. Для уменьшения поверхностного стока воды применяют зяблевую вспашку поперек склонов, обваловывание, прерывистое бороздование, щелевание, полосное размещение культур, ячеистую обработку почвы и др.

Исключительная роль в накоплении почвенной влаги принадлежит полезащитным лесным полосам. Предохраняя снег от сдувания в зимнее время, они способствуют увеличению запасов влаги в метровом слое почвы к началу вегетационного периода на 50–80 мм и до 120 мм в отдельные годы. Под влиянием лесных полос сокращается непродуктивное испарение влаги с поверхности почвы, что также улучшает водообеспеченность полей. Наиболее эффективны ажурные и продувные лесные полосы.

Большое значение в улучшении водного режима почв имеет введение чистых паров, особенно черных. Наибольший эффект чистого пара как агротехнического приема накопления влаги, проявляется в степной зоне и южной лесостепи.

Накоплению и сохранению влаги в почве способствуют многие агротехнические приемы. Поверхностное рыхление почвы весной или закрытие влаги боронованием позволяет избежать ненужных потерь ее в результате физического испарения. Послепосевное прикатывание почвы изменяет плотность поверхностного слоя пахотного горизонта по сравнению с остальной его массой. Создавшаяся разность плотностей почвы вызывает капиллярный подток влаги из нижележащего слоя и способствует конденсации водяных паров почвенного воздуха. В сочетании с увеличением контакта семян с почвенными частицами все явления, связанные с прикатыванием, усиливают прорастание семян и обеспечивают потребность растений в воде ранней весной. Применение органических и минеральных удобрений способствует более экономному расходованию почвенной влаги. В овощеводстве для сохранения влаги широко используют мульчирующие материалы.

В пустынной и полупустынной зонах основной способ улучшения водного режима – орошение. Очень важным вопросом здесь является борьба с непродуктивным расходом почвенной влаги в целях предотвращения вторичного засоления.

2.2 Регулирование воздушного, теплового и светового режимов

От **воздушного режима почвы** в большой степени зависит продуктивность растений. Почвенный воздух, его состав и газообмен между почвой и приземным слоем атмосферы относятся также к земным факторам жизни растений.

В. И. Вернадский подчеркивал, что почва, взятая без газов, не есть почва, и, говоря о значении биохимических процессов в почвах, о значении почвы в области биосферы, мы скрыто указываем на главенствующую роль газов в почвенных процессах.

Газообразная фаза почвы включает почвенный воздух и парообразную влагу. Доля ее в общей массе почвы зависит от типа почвы, ее структуры и физико-механических свойств. Основной компонент газообразной фазы – почвенный воздух. Он занимает все поры почвы, свободные от воды. Поэтому количество его в почве зависит от пористости и влажности почвы. Оптимальное содержание воздуха в пахотном слое для зерновых культур 15–20, пропашных – 20–30, многолетних трав – 17–21 % от общей пористости.

Чем больше пористость и меньше влажность почвы, тем больше в ней воздуха. Важнейшие факторы воздушного режима почвы – воздухоемкость и воздухопроницаемость

Воздухоемкость – это та часть объема почвы, которая занята воздухом при данной влажности. Влажность и пористость почвы постоянно изменяются, поэтому и воздухоемкость – величина переменная.

Воздухопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воздух. Воздухопроницаемость – неперенное условие для осуществления газообмена между почвой и атмосферным воздухом.

Почвенный воздух по составу существенно отличается от атмосферного. Основные компоненты атмосферного воздуха – азот (78,08–80,24 %), кислород (20,90 %), аргон (показано вместе с азотом) и диоксид углерода (0,03 %). На долю остальных газов приходится лишь 0,01 % объема.

В почвенном воздухе по сравнению с атмосферным меньше кислорода и больше диоксида углерода. Содержание кислорода и диоксида углерода в почвенном воздухе колеблется в широких пределах. В хорошо аэрируемых верхних горизонтах почв содержание кислорода приближается к содержанию его в атмосферном воздухе, а в тяжелых почвах с затрудненным газообменом оно может снижаться в десятки и сотни раз, до десятых и даже сотых долей процента. Концентрация диоксида углерода в почвах с плохим газообменом увеличивается в сотни раз по сравнению с содержанием его в атмосфере и достигает 20 % и более.

Если в почве содержание диоксида углерода выше 3–5 %, а кислорода ниже 10 %, наступает угнетение растений.

Процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным называют аэрацией, или газообменом. Газообмен осуществляется через систему воздухоносных пор почвы, сообщающихся между собой и с атмосферой. К факторам, вызывающим газообмен, относятся диффузия, изменение температуры почвы, барометриче-

ского давления, количества влаги в почве под влиянием осадков, орошения и испарения, влияние ветра, изменение уровня грунтовых вод.

Диффузия – это процесс перемещения газов в соответствии с их парциальным давлением. Поскольку в почвенном воздухе концентрация кислорода всегда меньше, а диоксида углерода больше, чем в атмосфере, то под влиянием диффузии создаются условия для непрерывного поступления кислорода в почву и выделения CO_2 в атмосферу. Диффузия – главный и непрерывно действующий фактор газообмена.

Изменение температуры и барометрического давления обуславливает газообмен, так как при этом происходит сжатие или расширение почвенного воздуха.

Поступление влаги в почву с осадками или при орошении вызывает сжатие почвенного воздуха, его выталкивание наружу и засасывание атмосферного воздуха. выпадающие дожди могут обеспечить 6–8 % всего газообмена. Газообмен происходит и при испарении воды из почвы, когда на место испарившейся воды поступает равное по объему количество атмосферного воздуха.

Влияние ветра на газообмен зависит от скорости ветра, макро- и микро-рельефа, структуры почвы и характера ее обработки. Наибольший газообмен под влиянием ветра происходит на пористых почвах, лишенных растительности.

Тепловой режим почвы включает совокупность поступления и отдачи тепла почвой, его передвижения в ней и все изменения температуры почвы.

Количество тепла в почве, а следовательно, и ее температура изменяются даже в течение суток. То же можно сказать и об освещенности поверхности почвы. Изменчивость этих величин оказывает большое влияние как на ход почвообразовательного процесса, так и на условия роста и развития растений. От умения регулировать эти факторы зависят воспроизводство плодородия почвы и повышение урожайности культурных растений.

Источник тепла в почве – лучистая энергия солнца; тепло, получаемое от воздуха; тепло, образующееся в результате разложения органических остатков; внутреннее тепло земного шара; тепло от радиоактивных процессов, происходящих в почве. Из пяти источников тепловой энергии последние три настолько малы, что ими можно пренебречь. Количество тепла, получаемого почвой от воздуха, также невелико и может иметь существенное значение лишь в отдельных случаях, например при вторжении теплых воздушных масс.

Основные тепловые свойства почвы – теплопоглощательная способность, теплоемкость, теплопроводность, теплоиспускательная способность.

Теплопоглощательная способность почвы проявляется в поглощении почвой лучистой энергии солнца. Одновременно происходит отражение энергии от поверхности почвы.

Поглотительную способность почвы обычно характеризуют величиной **альбедо**, которая показывает, какую часть поступающей лучистой энергии отражает почва. Альбедо зависит от цвета почвы, ее структурного состояния, влажности и выровненности поверхности, а также от особенностей растений, цвета листьев и стеблей. Высокогумусированные почвы (черноземы) поглоща-

ют лучистой энергии на 10–15 % больше, чем малогумусированные, также, как и глинистые по сравнению с песчаными.

Альbedo орошаемых участков на 5–11 % ниже, чем сухих, альbedo чистого сухого снега 88–91 %, мокрого – 70–82 %.

Теплоемкость почвы. Различают весовую и объемную теплоемкости почвы. Весовая теплоемкость – количество тепла в джоулях, затрачиваемое на нагревание 1 г почвы на 1 °С (Дж/г на 1). Объемная теплоемкость – количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 см³ почвы на 1 (Дж/см³ на 1).

Теплоемкость зависит от минералогического, гранулометрического составов и влажности почвы, а также содержания в ней органического вещества. Например, у кварцевого песка весовая теплоемкость меньше, чем у торфа. Весовая и объемная теплоемкости воды равны 1.

Глинистые почвы отличаются большой влагоемкостью и весной медленно прогреваются, поэтому их называют холодными. Легкие по гранулометрическому составу почвы (песчаные, супесчаные) весной прогреваются быстрее; они получили название теплых.

Чем гумусированнее почва, тем она более теплоемка. Теплоемкость рыхлых почв значительно выше теплоемкости плотных почв.

Теплопроводность почвы. Это способность почвы проводить тепло. Она измеряется количеством тепла в джоулях, которое проходит за 1 с через 1 см³ почвы.

На величину теплопроводности влияют химический и гранулометрический составы, влажность, содержание воздуха, плотность и температура почвы. Например, теплопроводность воздуха составляет 0,000252 Дж на 1 см³/с, а торфа и гранита – соответственно 0,00113 и 0,03444 Дж.

В сухом состоянии почвы, богатые гумусом и обладающие высокой порозностью аэрации, очень плохо проводят тепло.

Теплопроводность твердой фазы примерно в 100 раз больше теплопроводности воздуха. Поэтому рыхлая почва менее теплопроводна, чем плотная. При повышении плотности с 1,1 до 1,6 г/см³ теплопроводность уменьшается в шесть раз. При равных условиях более влажная почва более теплопроводна, чем сухая. При увеличении влажности почвы с 0,1 до 25–30 % теплопроводность увеличивается в пять раз.

Для оценки быстроты выравнивания температуры различных горизонтов почвы используют понятие температуропроводность. Ее определяют изменением температуры в 1 см³ почвы в результате поступления в нее некоторого количества тепла, протекающего за 1 с через 1 см³ поперечного сечения при разности температуры, равной 1 на расстоянии 1 см.

Теплоиспускательная способность почвы. Это способность почвы выделять тепловые лучи. Она зависит от состояния почвы, поверхности, степени ее увлажнения.

Минеральные почвы благодаря большей теплопроводности лучше излучают тепло, чем торфянистые. Влажные почвы из-за большой теплоиспускательной способности воды выделяют значительно больше тепловых лучей, чем

сухие. Почвы с гладкой поверхностью отличаются меньшей теплоиспускательной способностью по сравнению с шероховатыми.

Количество поступающей на поверхность почвы лучистой энергии подчинено суточной и годовой периодичности. Такую же периодичность наблюдают и в изменении температуры поверхности почвы.

В суточном цикле поверхность почвы нагревается с восхода солнца до 14 ч, после 14 ч она начинает охлаждаться. В годовом цикле она нагревается с марта до июля, а затем охлаждается.

Огромное влияние на температурный режим почвы оказывает снеговой покров. Снег – плохой проводник тепла, поэтому он уменьшает излучение его из почвы в отдачу в атмосферу, т. е. уменьшает охлаждение почвы.

Тепловой режим почв зависит от рельефа местности. Экспозиция склонов и их крутизна определяют разницу в количестве тепла, получаемого от солнечной радиации. Почвы на южных, юго-западных и юго-восточных склонах прогреваются лучше, чем на северных, северо-западных и северо-восточных склонах и выровненных пространствах.

Почвы, покрытые растительностью (озимые, травы, лес и т. д.), промерзают меньше, чем непокрытые (без растительности, мульчи и т. д.). В разных почвенно-климатических зонах складываются различные температурные режимы почв.

В зависимости от характера промерзания и величины среднегодовой температуры выделяют четыре типа температурного режима: мерзлотный, длительно сезоннопромерзающий, сезоннопромерзающий, непромерзающий.

Мерзлотный. Характерен для областей с вечной мерзлотой. Нагревание почвы сопровождается ее протаиванием, а охлаждение – промерзанием до верхней границы многолетнемерзлого грунта. Среднегодовая температура почвы и температура почвы на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательные.

Длительно сезоннопромерзающий. Процесс нагревания в начальной стадии сопровождается оттаиванием, а процесс охлаждения – глубоким промерзанием. Длительность промерзания не менее 5 мес. Глубина проникновения отрицательных температур превышает 1 м. Среднегодовая температура обычно положительная. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная.

Сезоннопромерзающий. Процесс нагревания вначале сопровождается оттаиванием, а процесс промерзания – неглубоким промерзанием. Глубина проникновения отрицательных температур не более 2 м. Длительность сезонного промерзания от нескольких дней до пяти месяцев. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная. Среднегодовая температура положительная.

Непромерзающий. Промерзание не наблюдается. Отрицательные температуры почвы отсутствуют или держатся несколько дней. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца положительная.

Температурный режим почвы непосредственно влияет на развитие растений. Это особенно сказывается на скорости роста корневой системы.

Отдельные сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на температурный режим почвы. Так, наибольшая масса клубней картофеля образуется при температуре, не превышающей 15–20 °С.

Разные культуры требуют для прорастания семян неодинаковое количество тепла. Тепловые условия оказывают большое влияние на жизнедеятельность микроорганизмов и, следовательно, на обеспеченность растений элементами минерального питания, скорость разложения органического вещества, синтез гуминовых веществ и т. д.

Световой режим почвы – совокупность поступлений и отдачи (отражения) света почвой.

Основной источник света, падающий на землю, – лучистая энергия солнца. Световому режиму свойственны суточные и годовые циклы (периодичность) поступления на землю. Длина дня – решающий фактор, влияющий на рост и развитие растений.

Поскольку источник световой и тепловой энергии, теплового и светового режимов почвы один – лучистая энергия солнца, чаще и полнее рассматривались тепловой режим почвы, его значение и приемы регулирования. Световой же режим почвы недооценивался, хотя, пожалуй, он имеет не меньшее влияние на почву, чем тепловой режим.

Лучистая энергия солнца, притекающая к поверхности почвы и взаимодействующая с ней, играет решающую роль в дифференциации пахотного слоя по плодородию. Верхняя часть пахотного слоя более плодородная и биологически более активная, поскольку она подвергается воздействию такого мощного фактора, как солнечный свет. Это доказано экспериментально. Почва, облученная солнечным светом, содержала элементов питания больше, чем почва, находившаяся в темноте, и обеспечивала больший урожай ячменя.

Научными исследованиями установлено, что в зависимости от интенсивности освещения в значительной степени изменяются микробиологическая и биологическая активность почвы, деятельность ферментов, усиливается окисление гумуса, активизируется процесс нитрификации. Солнечный свет – мощный фактор повышения эффективного плодородия почвы, роль которого изучена еще недостаточно.

Регулирование теплового и светового режимов почвы должно ориентироваться на улучшение условий жизни культурных растений. Оно в зависимости от условий зоны может быть направлено на увеличение потока тепла и света к поверхности почвы (северные районы) или на уменьшение такового (южные районы).

Приемы активного влияния на тепловой режим почвы можно разделить по характеру действия на агротехнические, агрометеорологические и агрометеорологические.

К группе агротехнических приемов относятся следующие способы обработки почвы: глубокое рыхление, прикатывание, гребневание, оставление стерни, мульчирование. Агрометеорологические приемы включают лесонасаждение,

борьбу с засухой, орошение, осушение. Агрометеорологические приемы направлены на снижение излучения тепла из почвы, борьбу с заморозками.

Лесные полосы оказывают комплексное действие на тепловой и водный режимы почв. Они способствуют накоплению снега на полях и сокращают сток талых вод, непосредственно влияя на температуру почвы. Лесные насаждения изменяют микроклимат местности, снижают скорость ветра в межполосном пространстве по сравнению с открытой местностью на 20–40 %.

Орошение снижает отраженную радиацию на 20 %. После полива также уменьшается излученная радиация. Все это увеличивает приход тепловой энергии к почве. Орошение увеличивает теплопроводность почвы, что способствует более равномерному ее прогреванию и уменьшению температурных колебаний.

Применение больших доз органических удобрений вызывает повышение температуры почвы. Создание гребнистой поверхности способствует лучшей прогреваемости почвы, обеспечивает большую аккумуляцию рассеянной радиации. Температура почвы на гребнистой поверхности более высокая.

Это особенно важно для северных областей, так как на гребне в течение дня температура почвы выше на 3–5 °С, чем на выровненных участках.

Глубина обработки почвы существенно влияет на ее тепловой режим. При глубокой пахоте создается резкая неоднородность почвы по глубине: изменяются плотность и влажность, общая пористость и пористость аэрации. Все это влияет на изменение теплопроводности и теплоемкости.

Прикатыванием почвы можно вызвать повышение ее среднесуточной температуры на 3–5 °С в 10-сантиметровом слое, залегающем ниже уплотненной прослойки. Это объясняется более высокой теплопроводностью уплотненного слоя.

Температуру почвы можно изменить мульчированием поверхности. Мульчирующее покрытие меняет отражательный и излучательный элементы радиационного баланса, т. е. альбедо и константы излучения поверхности почвы. Черная мульча уменьшает альбедо почвы на 10–15 %. Белая мульча может служить средством снижения избыточного нагревания почвы. Применение в качестве мульчирующего покрытия прозрачных пленок приводит к более интенсивному нагреванию почвы, чем использование темных пленок.

Это происходит потому, что прозрачные пленки пропускают видимую часть солнечного спектра и инфракрасную радиацию к поверхности почвы и уменьшают расход тепла.

К простейшим приемам регулирования теплового баланса относят снегозадержание, создание дымовых завес, затенение поверхности почвы с помощью щитов, белой мульчи и др.

Приемы регулирования светового режима почвы в основном те же, что и при регулировании теплового режима, так как основная статья прихода тепла и света в обоих балансах одна и та же – солнечная радиация. Более специфические отношения к регулированию светового режима имеют еще не названные приемы увеличения площади черного пара и пропашных культур в структуре посевных площадей, применение разреженных посевов и увеличение площади питания.

2.3 Расчет водного баланса корнеобитаемого слоя почвы

Водный баланс – это совокупность количественных характеристик поступления влаги в почву и её расходование из определённого слоя за определённый промежуток времени.

Расчет водного баланса корнеобитаемого слоя мелиорируемой почвы выполняется для прогнозирования водного режима осушаемых территорий и, следовательно, для установления необходимости использования тех или иных типов осушительных систем (двустороннего осушительно-увлажнительного действия, одностороннего осушительного действия) и потребного количества воды для увлажнения.

При самом простом расчете, особенно для длительных многолетних периодов в районах с установившимся климатом, предполагается, что приход воды в почву (Π) равен ее расходу из почвы (P), запас влаги (ZB). Однако в природе, особенно для кратковременных периодов, такое положение сохраняется редко, так как из года в год колеблется как количество влаги, поступающей в почву, так и ее расход. Например, в жаркое сухое лето количество влаги, поступающей в почву, уменьшается, а испарение с поверхности почвы, транспирация и десукция (отсасывание воды корнями из почвы) увеличиваются. Недостающая влага берется растениями из почвенных запасов. И, наоборот, во влажные годы расход может быть меньше прихода, и тогда запасы влаги в почве пополняются. Этот же процесс повторяется и по временам года. Весной происходит накопление воды, которая постепенно расходуется в летний период.

Наиболее крупными статьями прихода влаги на какой-либо участок можно считать атмосферные осадки, достигшие поверхности почвы, приток влаги из грунтовых вод, поступление воды с навеваемым снегом, боковой приток воды по поверхности почвы, приток внутрипочвенной влаги (почвенной верховодки).

Наиболее крупными статьями расхода влаги являются: испарение влаги из почвы, испарение влаги осадков, задержанных кронами деревьев, испарение с травяного покрова, испарение с лесных подстилок, отсасывание воды корнями на транспирацию растений, сток поверхностный, сток внутрипочвенный, отток влаги в грунтовые воды. При наблюдениях учитывается запас влаги в начале наблюдений и запас влаги в почве в конце наблюдений.

Для плоских участков или средних частей ровных склонов с глубоким залеганием грунтовых вод приток и отток воды одинаков. Учитывая, что физическое испарение с поверхности растений, лесной подстилки и поверхности почвы равно суммарному испарению.

Формула водного баланса может меняться в зависимости от климатических условий, местоположения участка, типа растительности и других условий. Она применяется для количественного выражения использования влаги под различными типами растительности, изучения их влияния на водный режим почв, выявления водорегулирующей роли тех или иных культур и насаждений, определения их потребности во влаге.

Сопоставляя данные прихода и расхода влаги, можно сделать вывод: если в почву поступает влаги больше, чем ее расходуется, значит, избыточная влага пополняет запасы грунтовой воды, и наоборот.

Водно-балансовые расчеты производят для всех культур севооборота для влажного, среднего, среднезасушливого и реже острозасушливого вегетационных периодов с обеспеченностью по осадкам 10, 50, 75 и 90 %, а по дефицитам влажности воздуха – соответственно 90, 50, 25 и 10 %.

Водный баланс рассчитывают по результатам измерения приходных и расходных статей *по месяцам вегетационного периода по формуле*, выраженных в мм водного столба по следующей формуле (1):

$$B_1 = B_0 + (O_c + K + \Gamma p\Pi) - (D + \text{Исп} + \text{ПС} + \text{ВПС} + \Gamma pC), \quad (1)$$

или

$$W_k = W_n + \mu P + W_\Gamma - E_0 \pm m,$$

где B_1 – запас продуктивной влаги в почвенной толще на конец расчетного месяца (периода), м³/га (W_k); B_0 – запас продуктивной влаги в почвенной толще на начало расчетного месяца, (периода) м³/га (W_n); O_c – сумма эффективных осадков за расчетный месяц, м³/га (P); K – величина конденсации; $\Gamma p\Pi$ – количество влаги, поступившей из грунтовых вод (W_Γ); D – величина десукции; Исп – величина физического испарения; ПС – величина поверхностного стока; ВПС – величина внутрипочвенного стока; ΓpC – величина грунтового стока; E_0 – суммарное испарение (водопотребление) за расчетный месяц, м³/га; m – количество воды, которое необходимо подать на увлажнение (при положительном значении m) или сбросить (при отрицательном m) для поддержания допустимых запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы.

При регулировании водного режима почв путем подпочвенного увлажнения изменяются не только влагозапасы. Под влиянием приходных и расходных характеристик не остается постоянным уровень грунтовых вод.

Запас влаги на начало первой декады вегетационного периода принимают равным фактически наблюдаемому при посеве культуры. При отсутствии многолетних наблюдений, его условно принимают равным влагозапасу при наименьшей влагоемкости.

Водные свойства почвы определяются полевым и лабораторным способом по существующим методикам. При отсутствии данных полную влагоемкость можно ориентировочно определить по табличным данным (приложение Д).

Полную влагоемкость также рассчитывают по формуле:

$$W_\Pi = 100h_{kc} \Pi, \quad (2)$$

где h_{kc} – глубина корнеобитаемого слоя почвы, м; Π – пористость этого слоя, % к объему почвы (приложение Д). Для торфяных почв: $\Pi = (1 - \gamma/p) 100\%$; γ – плотность сухого торфа, г/см³; p – плотность твердых частиц, г/см³.

Минимальную глубину корнеобитаемого слоя почвы принимают 10 см. В последующие декады прибавляют интенсивность прироста корневой системы до максимальной расчетной глубины (приложение Е).

Влагозапас слоя прироста корневой системы растений определяют по формуле С. Ф. Аверьянова, уточненной П. А. Волковским с учетом проникновения корней растений в почву и глубины залегания УГВ:

$$\Delta W = W_{\text{п}} \cdot \sqrt{1 - \frac{y}{H_{\text{к}}} \left(1 - \frac{V_{\text{з}}}{P_{\text{с}}}\right)^2}, \quad (3)$$

где $W_{\text{п}}$ – полная влагоемкость в слое прироста корневой системы растений, м³/г; y – расстояние от УГВ до середины прироста корневой системы за расчетный период, см; $H_{\text{к}}$ – максимальная высота капиллярного поднятия, см; $V_{\text{з}}$ и $P_{\text{с}}$ – средняя влажность завядания и пористость в % к объему почвы в слое y .

Если $y > H_{\text{к}}$, то влагозапасы в слое прироста корневой системы растений принимают по зависимости:

$$W = K_{\text{н}} \cdot W_{\text{нв}}, \quad (4)$$

где $K_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий насыщенность расчетного слоя влагой; $W_{\text{нв}}$ – наименьшая влагоемкость в слое прироста корневой системы, м³/г.

Высота активной пористости и высоты капиллярного поднятия принимается по табличным данным (приложение Ж).

Используемые атмосферные осадки определяют по формуле (5):

$$P = 10\mu \cdot O, \text{ м}^3/\text{г}, \quad (5)$$

где O – общее количество атмосферных осадков, выпавших за расчетный период, мм (принимается по данным местной метеостанции); μ – коэффициент использования атмосферных осадков: $\mu = 0,7-0,8$.

Подпитывание грунтовыми водами определяется по формуле С. Ф. Аверьянова ($W_{\text{г}}$):

$$q = q_0 \cdot \left(t - \frac{h}{H_{\text{к}}}\right)^2, \quad (6)$$

где q_0 – интенсивность суммарного максимального испарения при наибольшем увлажнении почвы, м³/га; h – расстояние от УГВ до середины корнеобитаемого слоя, см; t – средняя температура воздуха за расчетный период; $H_{\text{к}}$ – максимальная высота капиллярного поднятия, см.

Подпитывание грунтовыми водами можно также принять по табличным значениям (приложение И).

Водопотребление (Е) – количество воды, необходимое для сельскохозяйственной культуры за период вегетации или расчетный период. Эта величина складывается из транспирации и испарения с поверхности почвы. На испарение в начале вегетации (первый месяц расчетного периода) уходит большее количество влаги, чем в конце нее. После смыкания надземных частей растений расход на испарение составляет 5–10 %, остальное водопотребление – это собственно транспирация.

Суммарное водопотребление Е определяют по общим и выведенным для конкретных условий формулам, а также используют данные метеостанций и справочные данные. Можно воспользоваться формулой А. Н. Костякова (7) или приложением К:

$$E = K_v \cdot U, \quad (7)$$

где K_v – коэффициент водопотребления (количество единиц воды, потребляемое на выращивание единицы урожая), m^3/t ; U – планируемая урожайность, т/га.

Для расчета водного баланса по декадам вегетационного периода необходимо знать внутрисезонное распределение водопотребления (приложение Л).

Регулирование водного режима почвы зависит от величины влагозапасов при расчете водного баланса.

Если влагозапасы на конец расчетного периода находятся в оптимальном интервале, т.е. между наименьшей влагоемкостью и нижним оптимальным пределом, то регулировать водный режим не требуется.

В случае, когда влагозапасы на конец периода больше наименьшей влагоемкости, то величина избытка влаги рассчитывается как разница между влагозапасами на конец периода и наименьшей влагоемкостью.

И, наконец, если влагозапасы на конец декады меньше нижнего оптимального предела увлажнения, то в данном случае требуется восполнение запаса влаги путем подъема уровня грунтовых вод.

3 ОСУШИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

Осушительные мелиорации направлены на преобразование переувлажненных земель в плодородные земли, обеспечивающие получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Осушительные мелиорации включают: строительство осушительных систем, первичное освоение и окультуривание земель (культуртехника, устранение мелкоконтурности, посев первых культур, а также природоохранные мероприятия). При осушении одновременно с улучшением режима происходит улучшение теплового, воздушного, пищевого и микробиологического режимов почвы, что ведет к повышению ее плодородия и продуктивности земледелия.

Профессор А. Д. Брудастов выделил три категории избыточно увлажненных земель: *минеральные земли, заболоченные земли, болота*. При отсутствии слоя торфа на поверхности земли – *минеральные земли*, при слое торфа до 30 см – *заболоченные земли*, при слое торфа свыше 30 см – *болота*, участки, находящиеся в постоянно переувлажненном состоянии, покрытые специфической влаголюбивой растительностью. Различают болота *верховые, переходного типа и низинные*.

Причины переувлажнения могут быть весьма разнообразными: неравномерное выпадение осадков, вызывающее периодическое переувлажнение почв; высокое стояние грунтовых вод и подпитка корнеобитаемого слоя со стороны грунтово-напорных вод; скопление воды в пониженных участках рельефа, продолжительное стояние паводковых вод в поймах рек и низменностях; наличие слабопроницаемых слоев грунта на поверхности или на небольшой глубине; медленное оттаивание глубоко промерзшей почвы; высокое стояние уровней воды в речной сети, водоемах, водохранилищах и т.д.

По длительности воздействия водного фактора избыточно-увлажненные земли делятся на две категории: земли временного и земли постоянного избыточного увлажнения.

Земли временного увлажнения делятся на:

- минеральные земли, расположенные на водоразделах и пологих склонах, периодически переувлажняемые водами атмосферных осадков во время весеннего снеготаяния или осенних дождей;
- поймы и дельты рек, подвергающиеся затоплению во время паводков.

Земли постоянного избыточного увлажнения:

- замкнутые блюдцеобразные понижения в поймах и дельтах рек, где уровни грунтовых вод подпираются уровнями воды в руслах даже в меженный период;
- торфяные болота всех типов.

Отличительными признаками земель, которые нуждаются в осушении, является их избыточное увлажнение и характер почвообразовательного процесса. По продолжительности увлажнения различаются почвы постоянного и периодического переувлажнения.

Постоянному переувлажнению подвержены торфяно-болотные земли и болота, периодическому – минеральные земли. В зависимости от положения по отношению рельефа и типа водного питания различаются болота низинные (эвтрофные), переходные (мезотрофные) и верховые (олиготрофные). Для земледелия наиболее ценны низинные болота, сложенные осоковыми, ольховыми и другими видами травяных и древесных торфов, высокозольных и хорошо разложившихся. В целях продления долговечности торфяно-болотных почв следует мелкозалежные торфяники с мощностью торфа до одного метра проектировать только под многолетние луга; на торфяниках мощностью более одного метра можно предусматривать пропашные севообороты с включением многолетних трав на площади не менее чем 50 га.

По степени заболоченности минеральные почвы подразделяются на *неоглеенные* (с признаками оглеения не более 1,3 м), *глубокооглеенные*, *глеевые* и *глееватые*. Целесообразность их осушения устанавливается в зависимости от почвообразующих пород и характера сельскохозяйственного использования. Как правило, глеевые и глееватые почвы нуждаются в осушении во всех случаях, кроме естественного сенокоса. Глубоко оглеенные почвы осушают под сады, а на тяжелых глинах – и под зерновые, овощные севообороты и пастбища. Даже неоглеенные почвы на тяжелых глинах для интенсивного использования под садами и теплолюбивыми зерновыми культурами нуждаются в осушении.

Для правильного технического решения и проектирования мелиоративных мероприятий на переувлажненных землях необходимы следующие основные данные:

1. Местоположение района, в котором планируется проведение мелиорации земель.

2. Топографический план водосборной площади в масштабе 1:2500 (1: 50000) и топографический план участка мелиорации в масштабе 1:2000 с горизонталями через 0,25 м.

3. Водно-физические свойства почв: коэффициент фильтрации пахотного, подпахотного и других слоев, наименьшая влагоемкость почвы и другие сведения.

4. Гидрогеологическая характеристика – мощность водоносных слоев, глубина до водоупора. Связь с подземными водами, напорность грунтовых вод и т.д.

5. Типы водного питания переувлажненных земель и необходимые сведения о них.

6. Характеристика водосборной площади (некоторые данные можно определить по плану водосборной площади).

7. Состояние водоприемника (реки, канала, озера): продольный профиль, отметки уровней и расходы воды в характерные периоды года, продолжительность затопления территории в паводки.

8. Направление развития хозяйства, для которого будет проводиться мелиорация, основные агроэкономические показатели, использование участка до мелиорации и после ее проведения.

В мелиоративный проект входят графические материалы и расчетно-пояснительная записка. Графические материалы состоят из плана, продольных профилей магистральных каналов и коллекторов, чертежей гидромелиоратив-

ных сооружений. На плане показывают расположение мелиоративной сети, гидротехнических сооружений, дорог, полевых защитных лесных полос и других элементов осушительной системы и мероприятий. Продольные профили представляют собой разрез вдоль водотока, на котором показывается вертикальная увязка каналов, коллекторов, дрен, дрен-увлажнителей между собой.

3.1 Типы водного питания и причины переувлажнения земель

На основании анализа причин переувлажнения земель устанавливается основной источник переувлажнения – **тип водного питания (ТВП)** избыточно увлажненной территории. Выделяют пять типов водного питания: *атмосферный, грунтовый, грунтово-напорный, склоновый и намывной*. Количественную оценку ТВП дают на основе водобалансовых расчетов. Водобалансовым расчетом устанавливают объем избытков влаги в корнеобитаемом слое за вегетацию или по отдельным периодам вегетации (месяцам, декадам).

Антропогенными факторами является подтопление земель при строительстве водохранилищ, а также шлюзов и подпорных сооружений, снижение дренирующей способности рек при их заилении, распашка земель до берегов рек, отсутствие противоэрозионных мероприятий. К заболачиванию приводят ошибки в дорожном строительстве, применение тяжелой сельхозтехники, свodka без меры лесов и кустарников.

Тип водного питания влияет на выбор методов и способов осушения и конструкцию осушительной системы. Поэтому имеющиеся сведения по типам водного питания необходимо тщательно проанализировать, разобраться, в каких условиях бывают те или иные типы водного питания. Необходимо учитывать глубину залегания уровня грунтовых вод, интенсивность водного питания, продолжительность стояния луж на поверхности земли, размеры снижения урожая от вымочек.

Тип водного питания – это комплекс природных факторов, характеризующих рельеф, положение объекта на рельефе, почвы, геологическое строение, гидрогеологические особенности, растительный покров, химический и бактериологический состав воды и другие показатели, влияющие на формирование водного режима.

На водоразделе основным источником водного питания являются атмосферные осадки в силу глубокого расположения грунтовых вод. В верхней части склона основным источником водного питания также являются атмосферные осадки (в связи с вышеперечисленными причинами). В средней части склона к атмосферным осадкам добавляются поверхностные склоновые (делювиальные) воды, поступающие с верхней части склона. В нижней части склона формируется водный режим, при котором помимо осадков и поверхностных склоновых вод могут проявить себя грунтовые воды (при близком залегании их к поверхности почвы). В пойме формируется режим, при котором к вышеперечисленным источникам могут добавиться грунтовые и грунтово-напорные воды с водосбора, фильтрационные воды, воды половодья и паводковых рек.

Типы водного питания являются следующими:

- атмосферный;
- грунтовый;
- грунтово-напорный;
- склоновый;
- намывной;
- смешанный.

При *атмосферном типе водного питания* основным источником избыточной влаги являются атмосферные осадки, выпадающие территорию. При данном типе водного питания, в основном, заболоченные земли расположены на водоразделе и верхней части склонов. Площадь водосбора примерно равна площади заболоченных земель. Грунты слабопроницаемы, глинистые и суглинистые. Рельеф плоский, с малыми уклонами и характерными микропонижениями. Грунтовые воды расположены глубоко (5–30 м) и почти не участвуют в заболачивании. Основным источником водного питания – атмосферные осадки, а также конденсационные воды. Воды атмосферных осадков застаиваются на поверхности в микропонижениях, впадинах, образуя верховодку. Так как атмосферные осадки содержат мало питательных веществ, то для водоразделов характерно образование верховых болот.

Грунтовый тип водного питания характеризуется высоким положением грунтовых вод, формирующихся в хорошо водопроницаемых грунтах разной мощности. Существует три подтипа грунтовых вод (в зависимости от их формирования):

- грунтовые воды со склонов (водосбора). Данный тип грунтовых вод свойствен территориям, расположенным в пониженных участках рельефа: нижних частях склонов, в притеррасных частях долин, в поймах и местных понижениях. Грунты преимущественно песчаные и супесчаные. Грунтовые воды поступают с водосбора (склона) и расположены близко к поверхности. Водосборные площади значительно превосходят заболоченные. Грунтовые воды могут быть минерализованными за счет вымыва солей из пород, в которых они формируются. На землях этого подтипа образуются, как правило, низинные болота. В тех случаях, когда поступление грунтовых вод в верхние слои торфа постепенно прекращается, могут образоваться переходные, а затем верховые болота;

- фильтрационные воды из водохранилищ и рек. Имеет место при высоком залегании уровня воды в реках и водохранилищах. Это приводит к инфильтрации вод на прилегающие территории и тем самым к пополнению их грунтовых вод, что способствует, в свою очередь, развитию процессов заболачивания сначала на пониженных элементах рельефа, а затем и на всей территории элемента в зоне подпора;

- замкнутый бассейн грунтовых вод. Этот подтип водного питания характерен для земель, состоящих из хорошо водопроницаемых грунтов, подстилаемых водоупором. Водосборные и заболоченные площади примерно равны. Грунтовые воды образуются за счет атмосферных осадков, выпадающих непосредственно на заболоченную площадь. Осадки превышают испарение и транспирацию. Уровень грунтовых вод расположен близко к поверхности. Рельеф

плоский с характерными микро- и мезопонижениями. Почвы обычно малоплодородные. На повышенных местах произрастают сосновые леса, в понижениях – березовые, ольховые, осиновые. Реки имеют небольшие уклоны. Много крупных и мелких озер. Преобладают низинные болота, которые характеризуются значительной мощностью торфа, образовавшегося вследствие зарастания озер или заболачивания пойм. Переходные и верховые болота формируются, как дальнейшая стадия развития низинных.

• При **грунтово-напорном типе водного питания** основная причина переувлажнения – воды напорного водоносного горизонта, перекрытого сверху слабопроницаемыми грунтами. Существует два подтипа грунтово-напорных вод:

• выклинивание напорных вод – напорные воды выходят на поверхность в местах размывов верхней водонепроницаемой толщи и образуют одно или цепочку соединенных протоками озер, на месте которых формируются притеррасные болота. Озера отличаются обычно постоянными уровнями, холодной водой;

• капиллярное заболачивание, характеризуется тем, что слабопроницаемые покровные отложения (глина, суглинки) обладают большой высотой капиллярного поднятия и отсутствием грунтовых вод. То есть верхний слабопроницаемый слой не разрушен, и вода насыщает его под давлением. Заболачивание усиливается выпадающими осадками, делювиальными водами.

При **склоновом типе водного питания** переувлажнение происходит в результате поверхностного стока с прилегающих к объекту осушения склонов. Он свойствен заболоченным землям на склонах, характеризующихся большими уклонами, слабопроницаемыми грунтами. Условия формирования:

- участки, расположенные на пологих склонах и в нижних частях склона;
- тяжелые почвы с коэффициентом фильтрации меньше 0,01 м/сут.

Склоновый тип водного питания характеризуется поступлением и застаиванием поверхностных вод на осушаемой территории поверхностного стока с прилегающих к объекту осушения склонов. Застаивание поверхностных вод вызывает заболачивание земель.

При **намывном типе водного питания** переувлажнение происходит в результате периодического затопления земель паводковыми и другими водами, выходящими из берегов рек и озер. Застаивание поверхностных вод вызывает заболачивание земель. Намывной тип питания подразделяется на следующие два подтипа:

• аллювиальный – заболоченные земли расположены в поймах рек и озер, весенние паводки обычно растянуты и затапливают поймы дольше допустимого времени. Почвы пойм – минеральные или низинные болота, богатые запасами питательных веществ;

• делювиальный – заболоченные земли расположены в пониженных частях склонов, в долинах рек. Прилегающие водосборы сложены слабопроницаемыми грунтами. Выпадающие на водосборе осадки не могут просочиться внутрь и стекают в виде склоновых делювиальных потоков. Грунты минеральные слабопроницаемые, рельеф плоский. Делювиальные воды вследствие ма-

лых уклонов и слабой проницаемости грунтов застаиваются и вызывают заболачивание земель.

К данному типу питания относятся озерные и речные поймы, а также дельты рек, приморские низменности.

Существенную роль на выбор методов и способов осушения оказывают причины переувлажнения земель.

Переувлажнение земель обусловлено совокупностью факторов: климатом, геологическим строением, гидрогеологическими условиями (глубина залегания грунтовых вод, наличие водоносных горизонтов и их связь с напорными водами), геоморфологией и рельефом местности, гидрологическими условиями и естественной дренированностью территории.

Планирование мероприятий по осушению земель необходимо проводить после тщательного изучения характеристики почв, причин их переувлажнения и типов водного питания.

С помощью осушительных мелиораций создается оптимальный водно-воздушный режим почвы, а также условия для аэробного процесса.

3.2 Обоснование методов и способов мелиорации переувлажненных земель

Под *методом осушения* понимают принцип воздействия на неблагоприятный водный режим почвы с целью создания условий для нормального роста и развития растений. Метод осушения характеризует основной принцип воздействия на неблагоприятный водный режим переувлажненных земель с целью преобразования его в оптимальный.

Основными методами осушения являются:

- 1) ускорение поверхностного стока;
- 2) ускорение внутрипочвенного оттока;
- 3) понижение уровня почвенно-грунтовых вод;
- 4) защита осушаемой территории от подтопления и затопления избыточными водами рек, озер, водохранилищ, притекающими извне, или регулирование продолжительности затопления;
- 5) ускорение просачивания избытков воды в подпахотный горизонт.

Выбор методов осушения определяется причинами избыточного увлажнения.

Способ осушения представляет собой сочетание технических средств и агротехнических приемов, с помощью которых обеспечивается осушение по принятому методу для тех или иных целей хозяйственного использования. По сути – это практические действия по сбору и отводу избыточных поверхностных и (или) подземных вод.

Способ осушения является средством осуществления того или иного метода. Каждому методу осуществления соответствует один или несколько способов.

К основным способам осушения относят закрытый дренаж, открытую осушительную сеть, оградительную сеть, системы с механическим во-

доподъемом и т.д. Предпочтение следует отдать более эффективному и доступному способу осушения. Кроме методов и способов осушения выбирают методы и способы увлажнения осушаемых земель (на основании расчета водного баланса).

В зависимости от типа водного питания принимают соответствующие методы и способы осушения сельскохозяйственных земель (таблица 1).

Таблица 1 – Методы и способы осушения земель зависимости от типов водного питания

Природная приуроченность земель	Метод осушения	Способ осушения
Атмосферный тип питания		
Плоские равнины с малыми уклонами и западинами; глины, суглинки с глубоким залеганием УГВ, верховые болота	Ускорение поверхностного стока	Устройство открытых каналов (собирателей) искусственных ложбин, закрытых собирателей, планировка поверхности, агрономелиоративные мероприятия (выборочное бороздование, профилирование, грядование и гребневание, узкозагонная вспашка, вспашка вдоль склона)
	Повышение инфильтрации почв	Кротовый и щелевой дренаж, агрономелиоративные мероприятия (глубокое рыхление, глубокая вспашка, рыхление подпахотного горизонта, кротование, глубокое мульчирование, известкование почвы, обработка химмелиорантами, пескование торфов мероприятия по уменьшению глубины промерзания и ускорение оттаивания почвы)
Грунтовый тип питания		
Пески, супеси, редко суглинки с неглубоким (0-1,5 м) залеганием УГВ, низинные и переходные болота	Понижение УГВ	Устройство каналов (осушителей), закрытый материальный дренаж (систематический или выборочный), вертикальный, кротовый щелевой дренаж, углубление естественных дрен (реки, ручьи), кольматаж поверхности
	Перехват потока грунтовых вод	Устройство ловчих каналов и дрен, береговой и вертикальный дренаж. Устройство антифильтрационных завес, мероприятия по ограниче-

Природная приуроченность земель	Метод осушения	Способ осушения
		нию питания грунтовых вод (борьба с потерями воды в каналах и пр.), биологический дренаж
Грунтово-напорный тип питания		
Нижние части склонов, притеррасные части пойм, предглинтовые низменности, низинные болота; уровни напорных превышают уровни болотных вод	Понижение пьезометрических уровней	Глубокий горизонтальный (открытый и закрытый) вертикальный дренаж, разгрузочные скважины-усилители горизонтального дренажа
	Понижение пьезометрических уровней за пределами объекта	Устройство водозаборов подземных вод, мероприятия по ограничению питания напорного водоносного горизонта
Склоновый тип питания		
Нижние части склонов со слабопроницаемыми почвами, развита эрозия	Перехват склонового стока	Устройство нагорных каналов и ложбин, перехватывающих дрен, защитных дамб
	Уменьшение притока поверхностных вод извне	Комплекс противоэрозионных мероприятий на склоне (создание прудов, лиманов, лесонасаждений, вспашка зяби и пахота поперек склона, лункование почвы, оструктурирование почв)
Намывной тип питания		
Поймы рек, озер, приморские низменности с длительным затоплением	Ускорение руслового стока	Регулирование рек-водоприемников (спрямление, углубление, уширение, расчистка русла)
	Защита от затопления	Обвалование рек, озер; устройство нагорно-ловчих каналов
	Регулирование речного стока за пределами участка	Устройство водохранилищ на реке и ее притоках, переброска части стока в бассейн другой реки. Перехват притоков реки (озера), каналом со сбросом воды ниже объекта

3.3 Режим осушения и требования сельскохозяйственных культур к водному режиму почв

Под *режимом осушения* понимается поддерживаемый мелиоративными мероприятиями оптимальный водно-воздушный режим, который характеризуется такими показателями, как аэрация и влажность почвы, глубина залегания уровня грунтовых вод, продолжительность подтопления корневой системы растений и затопление поверхности почвы.

Оптимальная аэрация почвы определяется свободной порозностью – разностью между пористостью и влажностью. Она составляет 20–40 % пористости, т.е. такое количество пор корнеобитаемого слоя почвы должно быть свободно от влаги. При содержании воздуха в почве менее 15–20 % вместо разложения органического вещества происходит его брожение, возрастает кислотность почвы, начинается ее оглеение, что ведет к снижению урожая.

Оптимальная влажность почвы изменяется в пределах 55–85 % влагоемкости. При регулируемом осушении влажность нельзя доводить до уровня завядания, а поддерживать ее в пределах 70–90 % влагоемкости.

Нормой осушения называется глубина стояния грунтовых вод, при которой в корнеобитаемом слое создаются необходимые условия для роста растений, обеспечиваются наивысшие урожаи сельскохозяйственных культур и оптимальные условия обработки почв. Норма осушения зависит от климатических показателей, характера использования мелиоративных земель, типа почв, фазы развития растений (приложения Б-Г).

Норму осушения увязывают с влажностью почвы, осадками, испарением за вегетационный период. Существуют формулы для расчета нормы осушения. Её можно определить по формуле (8):

$$a = 0,028 \cdot (100 - \gamma) \cdot \frac{P}{E}, \quad (8)$$

где a – норма осушения, м; γ – оптимальная влажность почвы, %; P и E – соответственно сумма осадков и водопотребления за вегетационный период, мм.

Увлажнение почвы до полной влагоемкости при повышении УГВ снижает урожаи. Переувлажнение в течение трех суток приводит к уменьшению урожая ячменя на 10, пяти суток – на 25, десяти суток – до 40 %.

Допустимую продолжительность затопления весенними паводковыми водами без ущерба для урожая трав определяют по справочной литературе. Затопление озимых зерновых культур не допускается. В вегетационный период затопление зерновых культур дождевыми водами допускается в течение 0,2–0,5, овощных – 0,2–0,25, пастбищ – 0,75–0,8, сенокосов – 1,0–1,5 сут.

В целом, водный режим на осушаемых почвах формируется в результате воздействия различных факторов, которые можно сгруппировать в приходные и расходные статьи водного баланса.

3.4 Осушительная система и ее элементы

Под *осушительной системой* понимают комплекс инженерных сооружений и устройств, применяемых для улучшения водного режима переувлажненных земель, которые позволяют создавать благоприятный водный режим для роста и развития сельскохозяйственных культур на осушаемой площади.

В *состав осушительной системы* сельскохозяйственного назначения входят:

- регулирующая сеть;
- ограждающая сеть (защитные дамбы обвалования);
- проводящая сеть (открытые каналы и закрытые дрены);
- водоприемник;
- гидротехнические сооружения (насосные станции для осушения и увлажнения);
- дорожная сеть (дороги на осушаемой площади для эксплуатационных и сельскохозяйственных целей с сооружениями на них – трубоперезды, переходные мосты, скотопрогоны, водопои и т.д.);
- эксплуатационная сеть (устройства, береговая обстановка, гидрометрические посты, скважины для наблюдения за уровнем грунтовых вод, здания, постройки, средства связи);
- природоохранные сооружения и устройства (полезащитные лесные полосы для защиты полей от водной и ветровой эрозии и улучшения среды обитания животных, создания благоприятного микроклимата на объекте);
- осушаемые земли.

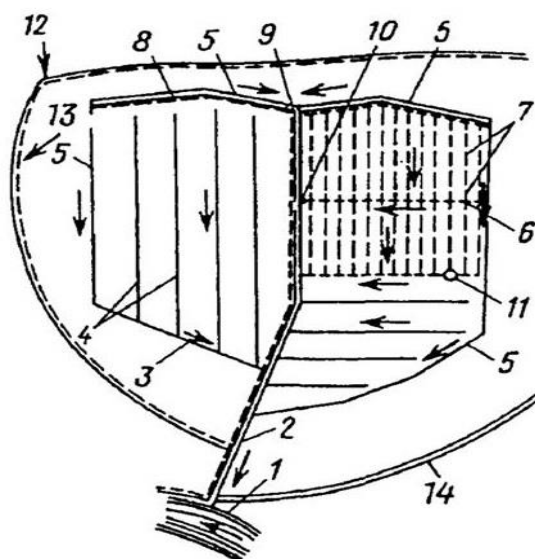


Рисунок 2 – Схема осушительной системы:

- 1 – водоприемник; 2 – шлюз-регулятор; 3 – магистральный канал; 4 – полевая дорога; 5 – открытый коллектор; 6 – мост; 7 – нагорно-ловчий канал; 8 – открытый осушитель; 9 – направление течения воды; 10 – устье закрытого коллектора; 11 – дрена; 12 – закрытый коллектор; 13 – колодец на закрытом коллекторе

Регулирующая сеть – это открытые осушители (каналы), закрытые дренажи и комплекс агромелиоративных мероприятий. Подразделяется на собирающую (открытые и закрытые собиратели), обеспечивающую удаление избыточных поверхностных вод, и дренажную, обеспечивающую снижение до нормы осушения уровней грунтовых вод. Иногда вместо собирателей применяются ложбины – мелкие широкие каналы с пологими откосами (глубина 0,4–0,5 м, коэффициент заложения откосов 5–8).

Если осушительная сеть представлена в основном открытыми калачами, то такая мелиоративная система называется открытой. Она применяется при осушении торфоместорождений и пастбищ. В том случае, когда регулирующая сеть состоит из закрытых дренажей, то она называется закрытой осушительной системой и применяется при осушении пахотных массивов.

Дрены (осушители) и коллекторы (закрытые собиратели) – это трубчатые подземные водоводы, у которых имеются отверстия для приема воды из почвы. Керамические трубы укладываются вплотную так, чтобы зазор между ними был не более 1–2 мм. Пластмассовые трубы имеют перфорацию (круглые отверстия или щели). Для уменьшения заиливания и увеличения приемной поверхности трубки их закрывают слоем защитного фильтрующего материала (мхом, стеклохолстом, стекловолокном и т.п.).

Ограждающая сеть:

- нагорные и ловчие каналы, дамбы и др.;
- при наличии поверхностных вод – нагорные каналы;
- при наличии грунтовых вод – ловчие каналы;
- поверхностный сток плюс грунтовые воды – нагорно-ловчие каналы.

Ограждающая сеть проходит по границам осушаемой площади. Нагорные каналы и дренажи предназначены для сбора и отвода поверхностных вод, стекающих со склонов, расположенных выше границы мелиорируемой площади. Они имеют длину около 2,5–5,0 км. Ловчие каналы и дренажи предназначены для перехвата грунтовых и грунтово-напорных вод, образованных за границами осушаемой площади. Эти каналы и дренажи отличаются большой (2–3 м) глубиной для пересечения потока грунтовых вод. Обратная засыпка дренажей выполняется обязательно гравием или другим хорошо фильтрующим материалом.

Для конструктивного упрощения оградительную сеть часто проектируют в сочетании двух функций: нагорно-ловчих дренажей или каналов. К оградительной сети также относятся дамбы обвалования.

Если территория подвергается затоплению водами половодий или паводков, то прибегают обычно к устройству дамб обхватывания.

Дамба предназначена для защиты осушаемой территории от поверхностных и грунтовых вод, притекающих со стороны; выполняет функции регулирующей сети при склоновом и частично при грунтовом и намывном типах водного питания.

Проводящая сеть – связывает регулирующую и ограждающую сеть и передает в водоприемник все избыточные воды, к ней предъявляются следующие требования:

- обеспечение своевременного отвода в водоприемник избыточных вод, поступающих из регулирующей сети;
- пропуск этих вод должен происходить без затопления прилегающих площадей в критические периоды.

Проводящая сеть предназначена для приема избыточной воды и отвода ее в водоприемник, а также для подвода ее в засушливый период для увлажнения почвы. Она состоит из магистральных и тальвеговых каналов, коллекторов.

Магистральный канал впадает непосредственно в водоприемник, в свою очередь в магистральный канал впадают каналы второго и третьего порядков. Они называются еще транспортирующими собирателями. Это открытые каналы (второго порядка) либо закрытые коллекторы (третьего порядка) больших диаметров.

Проводящая часть осушительной системы выполняется в виде открытых осушительных каналов или в виде подземных труб-коллекторов. Открытая проводящая сеть включает в себя магистральные каналы, транспортирующие собиратели и водоотводные борозды. Закрытая проводящая сеть дренажной системы принимает воду из закрытой регулирующей сети и транспортирует ее в открытую проводящую сеть или непосредственно в водоприемник.

Водоприемником осушительной сети может быть река, озеро, ложбина и др. Он служит для приема воды, собираемой с осушаемой территории. Важно, чтобы проектная отметка уровня воды в водоприемнике в период весеннего половодья была ниже уровня воды в магистральном канале осушительной сети для беспрепятственного сброса воды. Если это условие не выполняется, необходимо предусмотреть мероприятия по регулированию водоприемника (это может быть его углубление в месте впадения магистрального канала или другие меры).

Основные требования к водоприемникам:

- горизонты воды не создают подпора и подтопления впадающих в водоприемник магистральных каналов и осушительной сети;
- равномерное движение воды по всей длине;
- пропускная способность обеспечивает своевременный отвод избыточных вод с осушаемой территории;
- при пропуске паводков не отлагаются крупные, пылеватые и песчаные наносы за счет достаточных скоростей и горизонтов воды;
- устойчивое русло и прочные берега.

Основные виды работ по регулированию водоприемника: спрямление русла, расчистка и его углубление, выправительные работы в русле. Спрямление русла уменьшает общую длину водоприемника и шероховатость, потери напора, увеличивает гидравлический уклон и скорость течения воды, понижает горизонт воды. Расчистка и углубление водоприемника позволяют снизить горизонты воды в нем и ликвидировать подпоры впадающей в него осушительной сети. Расчистка русла от растительности увеличивает пропускную способность водоприемника.

Выправительные работы в русле выполняют для придания ему выправительной формы, создания и поддержания одинаковой ширины.

Гидротехнические сооружения – перепады, быстротоки, проезды, регуляторы – предназначены для управления потоком воды при ее удалении с осушаемой территории, поддержания необходимого водно-воздушного режима почв, обеспечения проезда через каналы. По капитальности сооружения делятся на четыре класса. Регуляторы предназначены для регулирования расходов, поддержания в каналах необходимых уровней воды и накопления ее перед сооружением. Они подразделяются на открытые и закрытые (трубчатые). На закрытой сети устраивают колодцы различного назначения и устья. Смотровые колодцы предназначены для сопряжения участков закрытых коллекторов, работающих в разных условиях, и наблюдения за их работой; регулирующие – для обеспечения регулирования водно-воздушного режима почвы на части дренажной сети, расположенной выше колодца; поглощающие – для отвода избыточных поверхностных вод из местных понижений, сложенных, как правило, грунтами с малым коэффициентом фильтрации. Устья предназначены для сопряжения закрытых коллекторов или отдельных дрен с открытым каналом.

Дорожная сеть – дороги, мосты, проезды и др. – служат для беспрепятственного выезда и въезда транспорта и сельскохозяйственных машин на осушаемые земли. По хозяйственному назначению выделяются следующие основные типы дорог:

- межхозяйственные;
- внутрихозяйственные;
- полевые;
- эксплуатационные;
- скотопрогонные.

Природоохранные сооружения и устройства применяют для охраны естественного ландшафта, сюда включают: мосты-переходы для диких животных, ограждения, подпитывающие и сбросные каналы для озер, пляжи, лесополосы, памятники природы.

Эксплуатационная сеть – здания, гидрометрические посты и др. – для контроля и надзора за работой всех звеньев осушительной системы и обеспечения безупречной ее работы.

3.5 Выбор типа мелиоративной системы

Типизация осушительных систем, применяемых в настоящее время по конструкции осушительной сети: закрытая, открытая, комбинированная (регулирующая и часть проводящей сети – коллекторы), выполнены в виде закрытых элементов, остальная сеть – открытые каналы.

По принципу регулирования водного режима почвы: *осушительные, осушительно-увлажнительные и польдерные.*

По принципу сопряжения с водоприемником и способу отвода избыточных вод: *самотечные, с машинным водоподъемом.* К *самотечным* относятся системы, у которых уровень воды в водоприемнике не создает подпора во всей осушительной сети в периоды ее работы в режиме осушения. На системах с *механической откачкой* уровень воды в водоприемнике постоянно находится вы-

ше проектных отметок дна магистрального канала. Осушаемая территория обвалована и защищена нагорными каналами.

По принципу площадного размещения осушительной сети бывают: *систематического осушения, выборочного осушения*.

По принципу водооборота: *не водооборотные* (сток с осушаемой площади полностью сбрасывается в водоприемник), *с частично замкнутым водооборотом* (часть стока с осушаемой площади аккумулируется с целью последующего использования для увлажнения сельскохозяйственных культур), *водооборотные* (весь сток задерживается в прудах для последующего увлажнения культур на той же площади).

В зависимости от конструкции регулирующей сети осушительные системы бывают пяти видов: редкие каналы в сочетании с агромелиоративными приемами, редкие глубокие каналы, частая сеть каналов-осушителей, систематический закрытый дренаж, выборочный закрытый дренаж.

Выбор того или иного вида осушительной системы определяется сельскохозяйственным использованием и типом водного питания.

До выбора конструкции осушительной системы необходимо изучить ее элементы, их назначение и взаимодействие. Кроме того, следует усвоить особенности формирования водного режима на разных типах почв, которые определяют принцип действия регулирующей сети.

Различают два основных действия регулирующей сети: *собирательный и дренажный (или осушительный)*. На тяжелых минеральных почвах, вследствие их низкой водопроницаемости, избыточные воды поступают в регулирующую сеть по поверхности или по подпахотному слою. Такой путь формирования стока называется *собирательным*. На легких почвах вследствие их большей водопроницаемости атмосферные осадки или поверхностные воды просачиваются в подпочвенный слой. При устройстве регулирующей сети грунтовые воды поступают в нее по порам подпочвенных слоев и образуют кривую депрессии. Этот путь поступления воды в регулирующую сеть называется *дренажным или осушительным*. При выборе закрытой сети с целью регулирования стока поверхностных вод на тяжелых почвах необходимо предусматривать дополнительные меры по усилению работоспособности этой сети. Хорошие результаты дает применение агромелиоративных мероприятий, а также устройство траншейных засыпок из хорошо водопроницаемых материалов.

3.6 Строительство мелиоративных систем

Работы по строительству мелиоративных систем выполняются в комплексе по их окультуриванию. Это обуславливает повышение плодородия земель и урожайность сельскохозяйственных культур.

Все работы по строительству осушительных систем производятся в определенной последовательности. К первоочередным работам относится регулирование водоприемников, затем строительство проводящей, ограждающей и регулирующей сети. Такая последовательность работ обеспечивает отвод воды в процессе строительства. Строительство мелиоративной системы начинается с

подготовительных работ: вынос проекта в натуру, расчистка трасс каналов и дрен и их планировка при необходимости.

При выносе проекта прокладывают и закрепляют кольшками трассы каналов и дрен на местности, разбивают пикетаж с измерением расстояний мерной лентой, а углов поворота – теодолитом. По трассам проводят нивелировку. Затем осуществляют рабочую разбивку трасс основных элементов осушительной сети: определяют пределы выемок по верху, места расположения отвалов грунта, оси сооружений и др.

В состав работ по строительству каналов входит выемка грунта, планировка дна и откосов, разравнивание кавальеров, крепление дна и откосов, устройство сточных воронок и сооружений на каналах (труб-переездов, шлюзов и др.). Эти работы осуществляются одноковшовыми экскаваторами и экскаваторами драглайн.

Процесс закладки дренажа включает следующие основные операции: подготовительные и транспортные работы, устройство траншей, укладку гончарных труб и защитно-фильтрующих материалов, присыпку гумусовым слоем, торфом, опилками, соломой или т.п., а затем обратную засыпку дрен грунтом. Для устройства траншей применяется многоковшовый экскаватор-дреноукладчик, который отрывает траншею с вертикальными откосами глубиной до 2 м, шириной 0,5 м и продольным уклоном 0,02–0,002. Чтобы выдержать проектный продольный уклон, предварительно по нивелиру натягивают копирный трос по вертикальным штангам. Уклон троса равен проектному уклону дна траншеи. Высота штанг равна постоянной экскаватора минус проектная глубина траншеи. По тросу от экскаватора протягивается металлическая спица-датчик. В последние годы широко применяются лазерные указатели уровня.

В случае строительства бестраншейного дренажа и в пластмассовых трубах применяются дреноукладчики. Они разрезают грунт на глубину до 1,8 м с образованием дели и на ее дно укладывается гофрированная перфорированная труба, предварительно защищенная фильтроволокном. После прохода дреноукладчика щель смыкается по всей глубине.

В систему мероприятий по освоению и улучшению мелиорируемых земель входят культуртехнические мероприятия, приемы окультуривания почвы и сельскохозяйственное использование земель.

3.7 Определение расстояния между дренами и собирателями

Расчет расстояния между дренами (или собирателями) является одним из главных вопросов. От точности его проведения зависит эффективность работы мелиоративной системы.

Основным расчетным периодом при определении расстояния между дренами является весенний. В этот период необходимо удалить избыток влаги 10%-ной обеспеченности. Поверочным принимают период летне-осенних дождей (также 10 %). Из двух полученных расчетов принимают меньшее значение расстояния между дренами.

Задачей дренажа весной является отведение избыточной воды с поверхности почвы, а также грунтовых вод при понижении их до нормы осушения. Продолжительность расчетного периода зависит от сельскохозяйственного использования.

Различают две схемы работы дренажа в этот период.

1. На полях не предусматривают мероприятия по организации поверхностного стока. В этом случае дренами необходимо отвести талую снеговую воду с поверхности земли с учетом стока за пределы участка, а также грунтовую воду. При этом уровень грунтовых вод в расчетный период может располагаться ниже поверхности земли. Такая схема, согласно РПИ-82, получила название «незатапливаемых весенними паводками участков».

2. На полях предусматривают мероприятия по организации поверхностного стока. В таких условиях часть талой снеговой воды удаляется за пределы мелиорируемого объекта с помощью предусмотренных мероприятий. Задачей дрена является ликвидация поверхностной воды, оставшейся в микропонижениях, а также грунтовых вод, уровень которых достигает поверхности земли. Эта схема называется «затапливаемые весенними водами участки».

Объем воды для обоих случаев определяют соответственно по формулам:

$$W = H_c(1 - K_c) = \Delta a = P - E, \quad (9)$$

$$W = H_B + \Delta a + P - E, \quad (10)$$

где W – объем воды, который необходимо отвести дренами, м; Δ – коэффициент водоотдачи; P и E – соответственно количество атмосферных осадков и испарившейся влаги за расчетный период, м; a – норма осушения, м; H_B – слой воды, оставшийся на поверхности земли в микропонижениях при организованном стоке, м; H_c – слой снега, м; K_c – коэффициент стока талых вод при уклоне поверхности менее 0,01 принимают равным 0,6; при 0,01–0,02 м – 0,75; при уклонах более 0,05 – $K_c=0,95$.

Значение H_B при наличии мероприятий по организации поверхностного стока принимают равным 0,01–0,02 м, а при их отсутствии – 0,02–0,09 м.

Коэффициент водоотдачи определяется как отношение водоотдачи, выраженное в объемных процентах, к общему объему почвы, принятому за 100 %. Эта величина безразмерная. Коэффициент водоотдачи торфяных почв (для слоя 0–100 см) изменяется от 0,03 до 0,12. Максимальные значения имеют их поверхностные слои (очес); в структурных глинистых, песчаных и супесчаных почвах коэффициент водоотдачи равен 0,1–0,2; в почвах суглинистого и глинистого микроагрегатного строения – 0,04–0,08.

Значения P и E принимают из таблицы водного баланса либо по данным метеостанции.

Проверочные работы на летне-осенний период ведут при условии обеспечения требуемой нормы осушения и освобождения пахотного опоя почвы от гравитационной воды в нормативное время (от одного до трех суток).

Расчет расстояния между дренами проводят в следующей последовательности. По исходным данным составляется расчетная схема, выбирается конструкция труб, фильтров. К этой схеме проводятся расчеты по расчетной зависимости.

Глубину заложения дрен и нормативные значения расстояний между закрытыми дренами и собирателями приведены в приложениях М-П.

3.8 Проектирование мелиоративной сети на плане

Осушительная система с закрытой сетью имеет следующие основные элементы: *проводящую сеть (магистральные каналы, закрытые коллекторы), регулирующую сеть (закрытые дрены или закрытые собиратели), оградительную сеть (нагорные, ловчие каналы или дрены), дороги, гидротехнические сооружения* и другие элементы, улучшающие работу всей системы. Для более качественного расположения системы элементов целесообразно предварительно наметить общую схему расположения водотоков. После этого проектирование сети удобно начинать от водотоков высшего порядка к водотокам низшего, т.е. от проводящей сети к регулирующей. Все проектируемые элементы, особенно открытая сеть, должны увязываться с границами землепользователей, полей севооборота, коммуникациями на объекте осушения. Необходимо по возможности избегать пересечения водотоков с существующими и проектируемыми дорогами. Если позволяют условия, регулирующая сеть сопрягается с коллекторами, а коллекторы – с магистральным каналом с двух сторон. Ниже приводятся некоторые правила (с использованием действующих нормативов проектирования элементов системы).

Магистральные каналы трассируются по самым низким местам поверхности переувлажненного участка, используя естественные протоки, тальвеги, другие, хорошо выраженные понижения местности. Такое расположение сети позволяет сбросить воду самотеком с любой точки объекта. На торфяных почвах трассу магистрального канала необходимо прокладывать по увеличивающейся мощности торфяной залежи. Расстояние между магистральными каналами определяется длиной закрытых коллекторов, а длина – технико-экономическим обоснованием. Радиусы поворотов гидравлически не рассчитываемых каналов должны быть не менее 20–25 м, а гидравлически рассчитываемых с расходом до 5 м³/с – не менее пяти В (где В – ширина канала по урезу воды при максимальном расходе).

Транспортирующие собиратели в плане располагаются по границам полей севооборота или севооборотных участков, их длина не превышает 2,5 км, а расстояние между ними не менее 400 м.

Закрытые коллекторы впадают в магистральные каналы второго и третьего порядка или прямо в водоприемник под прямым или острым углом. Вода в них движется со скоростью 0,3–1,3 м/с. Чем больше скорость течения воды, тем меньше должен быть диаметр коллектора, так как их располагают по наибольшему уклону местности.

Относительно рельефа местности и уклона поверхности грунтовых вод закрытые коллекторы располагают по продольной и поперечной схемам. При

поперечной схеме коллекторы проектируются под прямым или острым углом к горизонталям местности. Эту схему применяют при больших уклонах: более 0,005 и при ярко выраженном уклоне поверхности грунтовых вод от коренного берега к реке. При продольной схеме коллекторы расположены под небольшими углами к горизонталям. Ее применяют в том случае, когда рельеф местности выражен слабо. Длины коллекторов принимаются в пределах 600–800, а при уклонах – более 0,005 до 1000 м. Расстояние между коллекторами зависит от выбранной схемы расположения регулирующей сети, рельефа местности и определяется запроектированной длиной дрен или собирателей. Коллектор необходимо стремиться проектировать прямолинейным, повороты более 120° нежелательны. При сопряжении нескольких коллекторов в одной точке предусматриваются специальные сооружения (например, смотровые колодцы).

Закрытая регулирующая сеть. Для лучшего перехвата поверхностных и грунтовых вод, а также обеспечения естественного уклона дрены и собиратели проектируются под острым углом к горизонталям (гидроизогипсам). При этом сеть может быть систематической и выборочной. В систематической сети дрены и собиратели располагаются равномерно по всей осушаемой территории, а в выборочной только в тех местах, где имеются понижения с застоем воды, участки с выклиниванием грунтовых вод.

Регулирующую сеть необходимо располагать так, чтобы дрены и собиратели пересекали все микропонижения. Первая регулирующая линия прокладывается по границе разровненного кавальера на магистральном канале. Устраивается это с целью удаления скапливающейся поверхностной воды у разровненного кавальера на магистральном канале. В малоустойчивых грунтах для осушения откосов каналов вдоль их бровки предусматривают приоткосные (разгрузочные) дрены. В целях обеспечения качества строительства закрытой сети в таких условиях необходимо предусмотреть предварительное осушение открытой сетью. Расстояние между смежными дренами (В) и собирателями (В1) и их длины приведены в приложениях Н-С. Угол сопряжения дрен с коллекторами 60–90°.

Оградительная сеть проектируется по границам участка в тех местах, где имеется приток поверхностной или грунтовой воды. Она предусматривается в случаях, когда расход воды, поступающей с водосбора, больше расчетного расхода дрены или собирателя. При малых водосборах вместо открытых нагорных каналов рекомендуется устраивать две-три дрены с фильтрующей засыпкой. Оградительную сеть, пересекающую поля севооборотов, следует проектировать по типу закрытых собирателей. При распаханых водосборах оградительные каналы смещаются на 30–50 м ниже подошвы склона.

3.9 Проектирование и увязка водотоков в вертикальной плоскости

Проектирование водотоков и их увязка в вертикальной плоскости проводится от водотоков низшего порядка к высшему (от дрен или собирателей к магистральному каналу).

Глубину дрен и закрытых собирателей можно определить по справочным данным. Глубина закрытых собирателей на минеральных почвах для лугов

принимается равной 0,8–1,0 м, для пашни – 0,9–1,1 м. В истоках и при пересечении низин глубина регулирующей сети на минеральных землях может уменьшаться до 0,8, а на торфяных – до 1 м. Во избежание понижения уровня грунтовых вод на прилегающих территориях глубину дрен более 1,4 м принимать не рекомендуется.

Минимальные диаметры дрен и собирателей из керамических принимаются равными 50, пластмассовых – 43, кротовых – 120–150 мм, а минимальные уклоны показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Минимальные уклоны и закрытых собирателей

Конструкции	Минимальный уклон
Керамические и пластмассовые трубы	0,003
Кротовые дрены в минеральных грунтах	0,002
Кротовые дрены в торфяных почвах	0,003
Щелевые дрены	0,001

При обосновании уклон регулирующей сети может уменьшаться не более чем на 0,001 (абсолютные единицы). Оптимальным считается уклон, равный 0,008–0,015. Целесообразно проектировать дрены и собиратели с постоянным уклоном. В точках перемены уклона более чем в 3 раза, а также в местах перепадов предусматриваются сопрягающие устройства (смотровые колодцы, колодцы с перепадом и т.д.).

Дрены и собиратели из керамических труб сопрягаются с коллекторами внахлестку. Сопряжение впритык допускается при использовании соединительных деталей.

Глубина коллекторов проектируется глубже впадающих в него дрен и собирателей на 10 см. Минимальный уклон дна коллекторов 0,002. Сопряжение закрытых коллекторов между собой осуществляется с помощью фасонных деталей или внахлестку, а при разнице в глубинах более 0,3 м – с помощью колодца-перепада. Минимальные диаметры коллекторов из керамических труб принимают 75, а из пластмассовых труб – 65 мм; максимальные устанавливаются гидравлическими расчетами. Коллектор сопрягается с магистральным каналом или другим водотоком с помощью устья. Подпор коллекторов межуровнями не допускается. Дно коллекторов должно быть выше бытового (меженного) уровня воды в канале не менее, чем на 20 см, а дно канала – не менее чем на 30 см. При пересечении канала верх коллектора должен заглубляться под дно канала не менее, чем на 30 см, а водонепроницаемость стыков или других отверстий труб обеспечивается на длине, равной ширине канала по верху плюс по 2 м от бровки в обе стороны.

В малоустойчивых грунтах, мощных торфяниках трубы коллекторов укладываются на стеллажи.

Магистральные каналы обязательно увязываются со впадающими в него коллекторами. Глубина магистральных каналов принимается больше глубины закрытых коллекторов не менее чем 0,3 м. Минимальный уклон дна не должен быть меньше 0,0003 и только при осушении безуклонных и малоуклонных тер-

риторий – 0,0002. Сопряжение гидравлически рассчитываемых магистральных каналов и водоприемников между собой осуществляется «уровень в уровень», а гидравлически не рассчитываемых каналов – «дно в дно».

Форма поперечного сечения каналов принимается в зависимости от их глубины. При глубине канала до трех метров форма канала предусматривается трапецеидальной, а при глубине более трех метров – параболической. Значения коэффициентов заложения откосов для трапецеидальных каналов приведены в таблице 3.

При устройстве каналов в слоистых грунтах заложение откосов обосновывается техническими расчетами. Ширина по дну гидравлически не рассчитываемого канала должна быть 0,4 м, а гидравлически рассчитываемых – по расчету. Эта ширина увязывается с параметрами рабочего органа землеройной машины.

Магистральный канал следует располагать по самым низким местам осушаемой площади под прямым углом к горизонталям местности, а на болотах при слое торфяной залежи более одного метра – по тальвегам минерального дна, врезая его на глубину 0,3–0,5 м.

Таблица 3 – Коэффициенты заложения откосов трапецеидальных каналов

Грунт	Коэффициент заложения откосов при строительной глубине канала		
	до 1,5 м	1,5–2,0 м	более 2 м
Глина, суглинок тяжелый и средний (исключая пылеватые, иловатые, гидрофильные и мелкопористые) без примесей и с примесью гальки, гравия или щебня, торф всех видов со степенью разложения до 50 %	1,0	1,5	2,0
Суглинок легкий и супесь (исключая пылеватые и иловатые), песок крупно- и среднезернистый с примесью и без примеси гальки, гравия или щебня, торф всех видов со степенью разложения от 50 до 70 %	1,5	2,0	2,5
Песок мелкозернистый, торф всех видов со степенью разложения более 70 %	2,0	2,0	2,5

Трасса канала проектируется с минимальным числом поворотов и врезается в водоприемник под углом 45–60°. Дно магистрального канала, сечение которого принято конструктивно, выводится на отметку бытового уровня воды в водоприемнике. Если параметры канала рассчитаны гидравлически, то его дно должно быть выше бытового уровня на 10–15 см.

Транспортирующие собиратели трассируются с уклоном не менее 0,0003; дно должно быть на 10–20 см ниже дна открытых осушителей и на 0,5 м ниже

устья коллектора. При этом бытовой уровень в канале должен быть на 10–15 см ниже устья коллектора.

Глубина нагорных каналов принимается в пределах 1,0–1,5, а ловчих – 1,5–3,0 м. Желательно, чтобы ловчий канал перерезал весь водоносный пласт. Минимальный уклон дна каналов 0,0003, при обосновании – 0,0002. В целях удобства устройства оградительных каналов форма поперечного сечения может быть трапецеидальной с минимальной шириной по дну 0,4 м и коэффициентом заложения внутренних откосов согласно таблице 3, а внешних – на 0,5 больше.

Для устройства закрытой оградительной сети применяют керамические трубы с минимальным диаметром 100 мм, максимальные диаметры устанавливаются гидравлическим расчетом по объему притока воды в расчетный период; уклон 0,003.

Вынутый грунт при строительстве каналов можно использовать для засыпки староречий, понижений, ям, отсыпки полотна дороги, неиспользованный грунт разравнивается слоем, толщиной не более 10 см с последующей запашкой.

3.10 Гидрологические расчеты проводящей сети

Целью гидрологического расчета открытой проводящей сети является выбор расчетных периодов в зависимости от характера сельскохозяйственного использования земель; установление (определение) обеспеченности модулей поверхностного стока для расчетных периодов; определение модулей поверхностного стока; установление условий пропуска расчетных расходов в русле канала; определение расчетных расходов.

Расчетные периоды, обеспеченность модулей поверхностного стока и условия пропуска воды в русле канала можно принять по таблице 4.

Таблица 4 – Расчетные периоды, условия пропуска воды и обеспеченность модулей поверхностного стока при площади водосбора менее 2 тыс. га

Сельскохозяйственное использование мелиорированных земель	Расчетные периоды	Условия пропуска расходов	Расчетная обеспеченность, %
Полевые севообороты, пастбища	Весеннего половодья	В бровках	10
	Предпосевной	На 0,5–0,7 м ниже бровок	10
	Летне-осеннего паводка	На 0,2–0,3 м ниже бровок	10
Сенокосы	Предпосевной	На 0,4–0,5 м ниже бровок	10
	Летне-осеннего паводка	В бровка	10
Для всех видов использования	Среднемеженный	Без подпора впадающей сети	50

Примечание. Меньшие значения запаса от бровок принимаются в легких минеральных почвах; большие – в тяжелых минеральных почвах и торфяниках. Мелиорируемые земли, затопливаемые весенними паводками обеспеченностью 10 % не допускается использовать под посевы озимых зерновых культур.

При соответствующем обосновании обеспеченность стока допускается изменять. Модули поверхностного стока определяют в соответствии со строительными нормами и правилами по региональным формулам. Расчетный расход заданной обеспеченности $Q_{п}$ определяется по формуле:

$$Q_{п} = q_{п} \cdot F_{п} , \quad (11)$$

где $q_{п}$ – модуль поверхностного стока, л/(с, км²); $F_{п}$ – водосборная площадь относительно рассматриваемого сечения, км².

Задачей гидрологических расчетов закрытой проводящей сети при грунтовым водном питании является определение модулей дренажного стока и в некоторых случаях расчетного расхода. Модуль дренажного стока $q_{д}$ (в л/с га) определяется по формуле:

$$q_{д} = 116 \cdot q, \quad (12)$$

где q – средний за расчетный период приток воды к дренам, м/сут.

Если закрытая сеть предназначена для ускорения стока поверхностных вод, средний модуль внутреннего стока можно определить по методике С. Ф. Аверьянова. Расчетный расход определяется по формуле:

$$Q_{д} = q_{д} \cdot F_{д}, \quad (13)$$

где $Q_{д}$ – расчетный расход, л/с; $F_{д}$ – водосборная площадь коллектора относительно рассматриваемого сечения, га; $q, q_{д}$ – модули дренажного или внутреннего стока, л/(с га).

При обосновании определяют общий расход по формуле:

$$Q = Q_{п} + Q_{д}, \quad (14)$$

где $Q_{п}$ – расход воды в канале, л/с; $Q_{д}$ – расход воды в коллекторе, л/с.

3.11 Гидравлические расчеты проводящей сети

Открытая проводящая и оградительная сеть. В результате построения продольных профилей и увязки водотоков в вертикальной плоскости параметры поперечного сечения предварительно известны. Задачами гидравлического расчета канала является проверка принятых параметров поперечного и продольного сечений канала, а при необходимости их уточнение или определение; нахождение максимальной и минимальной скоростей движения воды и сопоставления их соответственно с размывающей и заиляющей. Проверка принятых параметров может производиться двумя путями.

1. По расчетному расходу находится глубина воды ($h_{ф}$) в канале, которое сопоставляется с расчетной $h_{р}$. При этом должно выполняться условие $h_{ф} \geq h_{р}$.

2. По расчетной глубине воды в канале находится возможная пропускная способность Q_f канала, которая должна быть больше, либо равной расчетному расходу: Q_r , т.е. $Q_f \geq Q_r$.

Ширину по дну гидравлически не рассчитываемых каналов принимают 0,3, а рассчитываемых 0,4 м. Гидравлический расчет проводящих каналов проводят с целью определения пропуска расчетных летне-осенних паводковых расходов, а также весенних паводков при использовании осушаемой площади под посевы озимых культур.

Расчет каналов проводится по формуле Шези:

$$Q = c \cdot w \cdot \sqrt{(R \cdot I)}, \quad (15)$$

где $c = \frac{1}{n} \cdot R^y$ – скоростной коэффициент; n – коэффициент шероховатости русла (принимается по справочной литературе), ориентировочно $n=0,03-0,035$; y – показатель степени, $y=1,5\sqrt{n}$, при $R>1$, $y-1,3>n$ при $R>1$; w – площадь живого сечения, m^2 ; R – гидравлический радиус, м, $R = \frac{w}{X}$; X – смоченный периметр, м;

для трапецидального сечения канала:

$$X = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2}, \quad (16)$$

$$w = (b + m \cdot h) \cdot h, \quad (17)$$

b – ширина канала по дну, м; h – глубина воды в канале, м; i – уклон дна канала; Q – расчетный расход, пропускаемый каналом:

$$Q = F \cdot (q_1 + q_2), \quad (18)$$

F – площадь водосбора канала (m^2 , га, km^2); q_1 – модуль поверхностного стока, л/с, га; q_2 – модуль дренажного стока л/с, га.

При расчете пропускной способности русла могут решаться два основных типа задач: прямые задачи, в которых требуется определить расход воды, пропускаемой руслом с заданными его размерами, уклоном и шероховатостью, и обратные, когда по заданному расходу и другим параметрам потока нужно определить размеры поперечного сечения русла, способного пропустить этот расход.

Чаще всего решаются задачи второго типа, когда необходимо подобрать параметры русла, исходя из условий пропуска известного расхода. Для этого необходимо задать ширину канала по дну (b), затем, учитывая условие проектирования гидравлически наивыгоднейшего профиля:

$$\frac{b}{h} = 2\sqrt{1 + m^2} - m. \quad (19)$$

Чтобы вычислить глубину воды в канале (h), коэффициент заложения откосов (m) выбирается из таблицы 4 в зависимости от грунта.

Затем вычисляют расходную характеристику и строят график зависимости.

Гидравлический расчет каналов производится, если площадь водосбора относительно расчетного сечения не менее 5 км, а также в следующих характерных створах: в устье канала; при изменении водосборной площади по длине бесприточного участка канала не менее чем на 10 %; при резкой смене водосборной площади (например, при впадении одного канала в другой); у гидротехнических сооружений; при смене параметров канала и в других характерных точках. Рассчитывают каналы известными в гидравлике способами. Максимальная скорость движения воды в канале устанавливается по расходу весенне-паводковых вод.

Коллекторы. Цель гидравлического расчета: определение диаметров коллектора и точек перехода одного диаметра на другой по длине коллектора; определение скорости движения воды в коллекторе. Для расчета коллекторов имеются расчетные зависимости, а также графики. Порядок теоретического расчета коллектора из керамических труб следующий. Минимальный диаметр в истоке коллектора принимается равным 7,5 см. В связи с тем, что по длине коллектора расход воды постоянно увеличивается, необходимо установить точки перехода коллектора на другие диаметры. В расчете предполагается, что в расчетных точках коллектор работает в безнапорном режиме, но полным сечением. Известно, что расход трубы заданного диаметра можно определить по формуле Шези:

$$Q_d = w \cdot C \sqrt{R \cdot i}, \quad (20)$$

где Q_d – расход коллектора, м³/с; w – площадь живого сечения, м²; C – скоростной коэффициент м^{0.5}/с; R – гидравлический радиус, м; i – уклон дна коллектора.

Далее задаются следующим по ГОСТ диаметром коллектора и повторяют аналогичные расчеты. Определяют расход, который может пропустить коллектор диаметром.

В практике проектирования закрытых систем для гидравлического расчета широко применяются графики, номограммы, таблицы. Порядок расчетов следующий. Приняв диаметр коллектора в его истоке равным 7,5 см, при известном модуле дренажного стока и уклоне дна определяется расчетная площадь водосбора, с которой коллектор диаметром 7,5 см может принять и отвести избыточную воду. После этого по графику, зная расчетную площадь и расстояние между дренами, находится суммарная длина дрен, впадающих в коллектор на том его участке, где он имеет диаметр 7,5 см. Далее складываются длины дрен, снимаемых с мелиоративного плана. Равенство этой суммы с суммой, снятой с графика, определит точку перехода коллектора на следующий стандартный диаметр – 10 см. Расчеты повторяются по изложенной методике, но уже для диаметра 10 см, учитывая, что в коллектор с этим диаметром поступает вода из труб с диаметром 7,5 см. Такие расчеты проводятся до устья кол-

лектора. Максимальная скорость движения воды в коллекторе должна быть не более 1,2–1,4, минимальная – не менее 0,4 м/с.

3.12 Защита дренажа от заиления

Грунтовая вода поступает в полость керамических дрен и собирателей через стыковые зазоры между смежными трубами. Ширина этих зазоров не должна превышать 2 мм в пылеватых песках и супесях, мелкозернистых песках, плывунах. В остальных грунтах ширина стыкового зазора допускается до 3 мм. В пластмассовые трубы вода поступает через перфорационные отверстия, устраиваемые при изготовлении труб.

Для обеспечения нормативного срока службы закрытого дренажа (до 50 лет), повышения его водоприемной способности предусматривается защита водоприемных отверстий и полости трубок от заиления. Заиление может быть механическим и химическим. При механическом заилении в полость поступают частицы грунта, а при химическом – продукты железистых соединений.

Защита дрен от механического заиления осуществляется различными материалами. Они должны быть такими, чтобы по возможности способствовали механизации процесса укладки фильтров в дренажные линии. Такому свойству в настоящее время более или менее соответствует стеклохолст (стеклорогожа) – нетканый материал. Среди других неорганических защитных материалов известны песок, гравий, стекловата, стеклоткань, а среди органических – мох, солома, дернина и др. Способ защиты и вид защитного материала от свойства грунта, конструкции дрен, наличие фильтрующего материала (таблица 5).

Таблица 5 – Защита керамического дренажа от заиления

Грунт, в который укладываются дрены	Способ защиты и защитные материалы
Плывуны	Объемный фильтр или сплошная обертка рулонным материалом в 2–3 слоя; присыпка растительным грунтом на 30 см
Водонасыщенные пески и супеси, пылеватые нормальной влажности	Сплошная обертка защитно-фильтрующим материалом или укладка с муфтами; присыпка растительным грунтом на 20 см
Пески мелкие и средние. Супеси нормальной влажности	Рулонный материал на дно и сверху присыпка растительным грунтом на 20 см
Суглинки. Глины	Рулонный материал по дну и сверху лентами по стыкам, присыпка растительным грунтом на 20 см
Торф низинный при степени разложения до 20	Рулонный материал по дну и сверху по стыкам, обратная присыпка
Торф низинный при степени разложения от 20–40 %	Рулонный фильтрующий материал по дну и сверху и обратная присыпка
Торф низинный при степени разложения более 40 %	Объемный органический фильтр

Если в грунтовой воде содержится более 3 мг/л закисного железа, необходимо предусматривать специальные меры по предохранению дренажа от заиливания железистыми соединениями.

При наличии в грунтовой воде закисного железа от 3 до 5 мг/л необходимо запроектировать ловчую сеть, простые дренажные системы с площадью не более 10 га, минимальный уклон дрен 0,004, защиту стыков дренажных труб ржаной соломой, кострой, опилками, стеклохолстом в несколько слоев и др.; засыпку траншей сразу после укладки, потайные колодцы, внесение извести, глубокое рыхление слабоводопроницаемых подпочвенных слоев.

Если в грунтовой воде железистых соединений содержится от 5 до 8 мг/л, кроме основных мер, необходима одна из нижеперечисленных: уклоны дрен не менее 0,006; затопленные устья; минимальный диаметр труб 75–100 мм; длины дрен не более 100 м; защита объемными фильтрами из органических материалов; внесение ингибиторов.

При содержании железистых соединений от 8 до 14 мг/л также требуются мероприятия с внесением ингибиторов.

При наличии железистых соединений более 14 мг/л необходимо предварительное осушение открытой сетью с устройством закрытого дренажа через четыре-пять лет с учетом остаточного содержания железистых соединений.

3.13 Осушительно-увлажнительные системы

Осушаемые земли часто нуждаются в дополнительном увлажнении в засушливые периоды вегетации. Влажность почвы в пахотном слое при засухах уменьшается ниже оптимальных значений, а уровни грунтовых вод снижаются, и не обеспечивают растения водой. Для восполнения влаги до требуемого уровня приходится применять системы двустороннего регулирования, которые позволяют подавать воду растениям, когда в этом возникает потребность, и удаляют ее из корнеобитаемого слоя при ее избытке.

Современная осушительно-увлажнительная система состоит из двух частей: осушительной (для удаления избыточных вод) и увлажнительной (для подачи дополнительной влаги растениям в засушливые периоды). При увлажнении осушаемых земель используются следующие методы: поверхностный (лиманное орошение, полив по бороздам и полосам, затоплением), шлюзование (подпочвенное орошение) и дождевание. При поверхностном увлажнении вода поступает к корневым системам путем инфильтрации с поверхности поля. Увлажнение осушаемых земель по поверхности почвы – наиболее старый, но и наименее распространенный в настоящее время метод. Подпочвенное увлажнение осуществляется обычно путем шлюзования каналов осушительных систем. Цель – регулирование уровня грунтовых вод в засушливые периоды вегетации. При дождевании увлажнение почвы осуществляется за счет искусственного дождя, создаваемого дождевальными машинами и установками.

Для увлажнения осушаемых земель предусматриваются различные методы. Под методом увлажнения понимается принцип подачи дополнительной влаги в корнеобитаемый слой почвы по почвенным капиллярам от источника

влаги, находящегося в почве. Различаются следующие методы увлажнения почв: *с подачей воды на поверхность, подпочвенный, внутрипочвенный, дождевание.*

Метод подпочвенного увлажнения и системы двустороннего действия

В системах двустороннего регулирования или осушительно-увлажнительных, влага к корням растений подается за счет подъема уровня грунтовых вод, этим обеспечивается кратковременное полное насыщение корнеобитаемого слоя. Увлажнение почвы можно достичь также путем капиллярного подпитывания от грунтовых вод. В этом случае УГВ устанавливается так, чтобы корни растений находились в капиллярной кайме.

Самой простой реализацией осушительно-увлажнительной системы является шлюзование одиночных открытых водотоков (проводящих каналов) и через них – регулирующей сети. Для повышения эффекта увлажнения выполняют также дополнительные мероприятия, способствующие более интенсивному и равномерному увлажнению корнеобитаемого слоя от уровня грунтовых вод.

Под ***шлюзованием*** понимают задержание стока и накопление воды в каналах для передачи ее по порам почвы в межканальное пространство и к корням растений. Различают *предупредительное и гарантированное шлюзование.*

При ***предупредительном шлюзовании*** сток воды в водотоках задерживают на фазе спада весеннего паводка, стабилизируя уровень воды на отметках, позволяющих вести весенне-полевые работы. С помощью этого приема создается объем воды, который постепенно используется на увлажнение не только в начале весны, но и насколько возможно в период вегетации растений. При предупредительном шлюзовании используются воды, стекающие с водосбора мелиоративного объекта (так называемый местный сток).

Гарантированное увлажнение – это поддержание уровня грунтовых вод на заданных отметках с целью регулирования влагозапасов зоны аэрации в соответствии с требованиями растений. Оно осуществляется путем аккумуляции стока с собственного водосбора, а также подачей воды из внешних гарантированных водоисточников. При этом виде увлажнения поддерживается требуемая влагообеспеченность почвы в течение всего вегетационного периода независимо от естественного природного хода элементов водного баланса.

По способу подачи воды в почву гарантированное увлажнение подразделяют на *непрерывное и цикличное.* При возможности непрерывной подачи воды стремятся обеспечить расположение уровней грунтовых вод в оптимальном (наиболее безопасном) диапазоне по заранее заданной программе. При циклической подаче воды осуществляется периодическое поднятие уровня грунтовых вод до установленных отметок, соответствующих верхнему оптимальному положению в расчетный период. Циклическую подачу воды можно проводить при увлажнении земель, используемых под сенокосы и пастбища на водооборотных осушительно-увлажнительных системах, а также на системах, расположенных вблизи наливных водохранилищ.

Осушительно-увлажнительные системы можно проектировать при уклонах местности до 0,0005, если в качестве увлажнительной сети используется

открытая сеть, и до 0,005, когда предусматривается закрытая сеть. Водопроницаемость грунтов при этом должна быть не менее 0,5 м/сут. При возможности непрерывной подачи воды на увлажнение допускается проектирование осушительно-увлажнительных систем на грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сут. Для повышения эффекта при этом применяют агроулучшающие мероприятия, повышающие водопроницаемость грунтов.

Повысить эффективность увлажнения почв можно путем установки подпорных устройств на каждом канале (водотоке), если имеется достаточное количество воды для увлажнения. При гарантированном водоисточнике воду для шлюзования можно забирать из вышерасположенного водотока (магистрального или ограждающего канала). Такой способ подачи сократит время на заполнение сети водой и позволит оперативнее воздействовать на уровень грунтовых вод.

Более совершенной схемой осушительно-увлажнительной системы является такая, в которой истоки регулирующих элементов объединены водоподводящим каналом или закрытым увлажнительным коллектором. В такой схеме вода непосредственно подается в регулируемую сеть, что уменьшает продолжительность ее подачи к корням растений.

На закрытой сети в качестве подпорного сооружения применяются смотровые колодцы с установкой в них регулирующих устройств (шандоры, автоматические регуляторы уровней воды, другие приспособления для задержания стока воды в закрытой проводящей сети). Если вода в сеть подается из вышерасположенного водотока, в верховье коллектора устанавливают водоприемный колодец.

Во избежание попадания в закрытую сеть мусора и твердых частиц из канала входной оголовок располагают выше дна канала не менее чем на 0,2 м и устраивают сорозадерживающую решетку. В целях избежания повреждения дрена-увлажнителей в зимний период увлажнительный коллектор может соединяться с дренами-увлажнителями сверху, в одной плоскости или иметь самостоятельный сброс при консервации системы на зиму.

Осушительно-увлажнительные системы удобно применять на равнинных поймах при польдерном осушении земель или на водооборотных системах. Увлажнение почв с помощью закрытой сети даст больший эффект, чем с открытой сетью. На закрытых системах расстояние между дренами-увлажнителями меньше, чем между открытыми каналами. Подаваемая вода из водоприемных отверстий труб сразу поступает в почву и более равномерно увлажняет ее.

Если увлажнение земель проводится с помощью дождевания, т.е. путем орошения, то параметры осушительной сети должны согласовываться с параметрами принимаемой дождевальной техники. Подземные коммуникации дождевальных систем прокладывают после устройства закрытой сети, т.е. после проведения осушения почв. Первый метод реализуется с помощью устройства внутри почвы полостей, по которым подается вода непосредственно к корням растений. Этот способ, как и орошение, рассматривается в соответствующем разделе учебного пособия.

Осушительно-увлажнительная система состоит из двух частей: осушительной и увлажнительной. Она проектируется по итогам расчета водного баланса, если требуется увлажнение земель.

Чаще всего эти системы строятся так, чтобы элементы осушительной сети служили бы и увлажнителями. В простом случае прекращается сброс воды из осушительной системы путем перекрытия коллекторов или затворов на сбросных каналах. Если этого недостаточно для увлажнения, то подача воды осуществляется от дополнительного источника по коллекторам и дренам осушительной системы.

Продолжительность увлажнения зависит от почв и культур. Так, например, увлажнение торфяных почв со средней водопроницаемостью по кротовым дренам проводится в течение трех-пяти суток, торфяников с хорошей водопроницаемостью до трех суток. При увлажнении по материальным дренам (керамическим или пластмассовым) период увлажнения увеличивается в полтора-два раза.

Сроки увлажнения и их количество назначаются по расчету водного баланса. Затем сроки корректируются с учетом фазы развития растений. Наиболее эффективно увлажнение корнеплодов, когда смыкаются рядки. Клубнеплоды целесообразно увлажнять во время бутонизации, цветения и формирования клубней. Кукурузу до начала выбрасывания султанов, налива зерна. Многолетние травы хорошо отзываются на увлажнение при выходе в трубку перед первым и вторым укосами; зерновые – при выходе в трубку, колошении и наливе зерна. Капусту лучше увлажнять при посадке, завязывании и росте кочанов.

Объем воды сопоставляется с объемом воды, который можно забрать из водоисточника в год заданной расчетной обеспеченности. Для этого необходимо составить гидрограф стока воды в водоисточнике по декадам месяцев года. Если водоисточник не обеспечивает необходимой потребности объекта увлажнения в воде, решается вопрос о дополнительном водоисточнике для увлажнения.

Осушительно-увлажнительные системы с безуклонными и малоуклонными дренами имеют продольный уклон от 0,0015 до нуля. Они проектируются в равнинных безуклонных и малоуклонных затапливаемых и незатапливаемых низинных болотах и заболоченных землях, слагаемых маломощными и мощными торфяниками, а также минеральными поймами и избыточно-увлажненными грунтами с коэффициентом фильтрации не менее 0,1 м/сут. Дрены проектируются из керамических, стекло-пластмассовых труб, а также из пористых трубофильтров. Малоуклонные и безуклонные дренажи обеспечивают большую равномерность осушения и увлажнения почв, а также не требуют глубоких проводящих каналов. Это в свою очередь исключает или снижает отрицательное воздействие мелиоративной сети на понижение уровня грунтовых вод смежных территорий.

Длина дрен принимается до 800–1200 м, что позволяет увеличить расстояние между каналами или коллекторами до 800–1200 м, а площади обрабатываемых участков довести до 500 га.

При длине дрен 150–200 м применяются керамические трубы диаметром 50, пластмассовые – 45–60 мм. Если длина дрен превышает 200 м, их диаметр принимается по табличным значениям (приложение Т).

На системах, которые кроме осушения обеспечивают увлажнение земель, расстояния между стыковыми зазорами керамических труб предусматриваются равными 2–3 мм с покрытием их защитно-фильтрующими материалами толщиной не менее 3 мм. В пластмассовых трубах устраиваются перфорационные отверстия диаметром 3–4 мм с защитой фильтрующим материалом толщиной не менее 2 мм.

3.14 Гидротехнические сооружения и дороги

Гидротехнические сооружения на осушительной и осушительно-увлажнительной сети необходимы для регулирования водного режима, обеспечения переезда через каналы и коллекторы и эксплуатации мелиоративной системы. Эти сооружения проектируются и строятся в соответствии со СНиП «Сооружения мелиоративных систем», нормативными документами на материалы, отдельные типы сооружений и конструкций, условиями зоны строительства.

На открытой сети устраиваются регулирующие сооружения: трубы-регуляторы, шлюзы-регуляторы, переездные и переходные мосты, трубы-переезды, скотопрогоны. На каналах строятся сопрягающие сооружения: быстротокки, перепады, акведуки, дюкеры – для перехода через крутые понижения либо повышения рельефа местности.

На закрытой сети получили распространение дренажные устья – для оформления выходов из дренажа в открытые каналы; колодцы-поглотители и колонки-поглотители – для осушения замкнутых понижений; колодцы-регуляторы – для сопряжения дрен и коллекторов различной глубины; смотровые, водоприемные, наблюдательные колодцы.

Сооружений должно быть столько, сколько необходимо для эксплуатации системы. Неоправданные затраты на строительство сооружений приводят к удорожанию стоимости сельскохозяйственной продукции.

Большое внимание уделяется размещению дорожной сети. Она необходима для доставки на поля семян, вывоза урожая, подъезда к сооружениям, сообщения между населенными пунктами и полями севооборотов.

Протяженность и качество покрытия дорог принимается исходя из конкретных условий объекта и материальных затрат.

3.15 Специальные способы осушения

Специальные способы осушения имеют особое целевое назначение или применяются в специфических условиях.

Кольматаж (colmatage – франц., от итал. colmat – наполнение, насыпь).

При кольматаже искусственно повышают поверхность почвы, чем достигается благоприятное для развития растений положение УГВ.

Площадь, подлежащую кольматажу, валами разбивают на отдельные участки, которые периодически затапливают мутной водой. Вода содержит взвешенные частицы, которые постепенно отлагаются на поверхности почвы. Таким образом, после многократных напусков мутной воды можно повысить поверхность почвы. Осветленная вода сбрасывается из бассейнов в водоприемник.

Осушение земель кольматажем предусматривает регулирование водного режима переувлажненных территорий путем искусственного повышения земной поверхности. Для этого осушаемую территорию разбивают дамбами на квадраты (чеки), в которые по трубам насосами подается вода с большим содержанием взвешенных частиц грунта. В чеках жидкая масса отстаивается, твердые частицы осаждаются, вода через специальные водоспускные отверстия сбрасывается в водоприемник. Путем многократной подачи воды с грунтом можно постепенно поднять поверхность до требуемой геометрической отметки и исключить переувлажнение. На кольматированных территориях ведется городское и садово-парковое строительство.

Осушение с машинным водоподъемом. Такой способ осушения применяют, когда осваиваемая территория располагается вблизи прилегающего водоема (реки, водохранилища, залива или моря и пр.) или периодически затапливается им. В таких случаях на осваиваемой территории строят осушительную сеть (открытые каналы или дренаж). По каналам или дренам вода самотеком отводится в пруд-водоприемник. Осушаемую территорию ограждают дамбой. Воду из пруда-водоприемника с помощью насосов по мере надобности откачивают через дамбу в прилегающий водоем. Осушаемая территория, ограниченная дамбой, называется польдером.

Осушение с помощью водопоглощающих колодцев (вертикальный дренаж). В отдельных случаях на водоупорных грунтах в блюдцеобразных понижениях застаивается талая и дождевая вода, вызывающая переувлажнение почвы. Если в местах под водоупорным горизонтом имеется водопроницаемый ненасыщенный водой горизонт, то в понижениях устраивают буровые скважины (диаметром 150-200 мм), заглубляя их в водопроницаемый горизонт. Стенки скважин крепят асбоцементными или гончарными трубами. Оголовок трубы сверху перфорируют, оборудуя в виде фильтра, состоящего из гравия и песка. Поступающая в водопоглощающий колодец вода отводится через скважину в нижние водоносные горизонты. Осушение откачкой воды из колодцев. Такой способ можно применять при осушении территорий с достаточно водопроницаемыми грунтами. Дренажные колодцы заглубляют на необходимую для достижения нормы осушения величину, но наиболее эффективно заглубление колодцев до подстилающего водоупора. Нижнюю часть колодца выполняют в виде трубы, заканчивающейся сетчатым фильтром. Размещение колодцев может быть площадным, с равными расстояниями друг от друга, или линейным в один-два ряда, при размещении рядов на пути перехвата потока вод, вызывающих переувлажнение территории. Вода из скважин откачивается насосами, в результате чего происходит понижение грунтовых вод.

Польдерные системы

Польдеры (польдерные земли) – осушаемые участки низменных побережий морей – маршей. Защищены дамбами, валами и другими сооружениями от затопления морскими водами. Иногда располагаются ниже уровня моря. Уровень грунтовых вод в них регулируется дренажными системами, часто с машинной откачкой воды. Распространены главным образом по берегам Северного моря (в Нидерландах, Дании, Германии).

Польдеры ограждены дамбами, служащими для предохранения от затопления водами прилегающей реки или озера и для аккумуляции поверхностных вод. По сравнению с самотёчной осушительной системой для польдеров, кроме регулирующей и проводящей сети, требуется дополнительное сооружение дамб обвалования и насосных станций для механического подъёма воды. По конструкции польдеры делятся на *незатопляемые* и *затопляемые*. На незатопляемых польдерах в периоды половодья и паводков дамба защищает территорию от затопления. Избыток воды с территории, защищённой дамбами, отводится в специальные пруды или в водоисточник. В засушливые периоды вода из пруда, реки, озера, напротив, подаётся на территорию польдера. Затопляемые польдеры устраиваются в поймах рек. В период половодья или естественных паводков они затопляются, а на их спаде, как только гребни защитных дамб окажутся выше уровня воды в реке или озере, вода ускоренно сбрасывается за пределы ограничительных дамб. Незатопляемые и затопляемые польдеры широко используются во многих странах мира, в частности в Белорусском Полесье. В России они нашли применение в Западной Сибири и Калининградской области. Польдеры любых видов – эффективное средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель.

В тех случаях, когда невозможно по экономическим и техническим соображениям отрегулировать водоприемник и понизить в нем уровни воды, для ограждения от затопления со стороны реки и боков устраиваются дамбы. Одамбованную площадь осушают обычным способом, а магистральный канал выводят в бассейн, воду из которого откачивают при помощи насосной станции в водоприемник. В дамбах можно устраивать и шлюз, через который при низком уровне воды в водоприемнике вода из магистрального канала будет поступать самотеком.

Вертикальный дренаж. При наличии на определенной глубине водопроницаемых слоев с хорошим оттоком воды осушение можно проводить сетью буровых скважин или поглощающих колодцев. Доходя до водоносного слоя колодцы отводят грунтовые воды из верхних слоев почвы, создавая общее понижение УГВ. Такое вертикальное осушение можно сочетать с горизонтальным: проводящую сеть горизонтальной осушительной системы выводят в поглощающие колодцы. Воду из колодцев можно откачивать насосами. В этом случае около каждого колодца получается воронка депрессии. В зависимости от глубины колодцев, глубины откачки, водопроницаемости грунта и расстояний между колодцами можно добиться значительного понижения УГВ.

Биологический дренаж. Многие растения испаряют громадное количество воды, способствуя, тем самым, осушению. Выращивание высоких уро-

жаев подсолнечника, а также древесных пород (эвкалипт, береза и др.), приводит к большому расходу воды на транспирацию. Однако осушение испарением может служить только дополнением к обычному осушению.

3.16 Особенности осушения торфяных месторождений

В сельском хозяйстве торф широко используется в виде органического удобрения (содержит много азота, а некоторые виды – и калия), подстилочного материала в животноводстве, в теплично-парниковом хозяйстве для приготовления парниковой земли и для хранения овощей и фруктов. Для повышения удобрительной ценности торфа его смешивают с другими органическими и минеральными удобрениями. Распространены следующие виды торфяных удобрений: торфокомпосты, торфо-минеральные аммиачные удобрения и торфяная подстилка с животноводческих ферм. Используется торф в качестве топлива, для получения минеральных химических продуктов и т.п.

Для добычи торфа проводится осушение болота. Задача осушения – максимальное снижение влажности в верхнем разрабатываемом слое торфа. Выход торфяной крошки повышается с понижением влажности торфа, с увеличением глубины стояния уровня грунтовых вод. Поскольку при добыче торфа поверхность болота все время понижается, возникает необходимость постоянного в процессе эксплуатации торфяного месторождения углубления осушительной сети. В начале сезона добычи торфа грунтовые воды должны быть на глубине не менее 0,6–0,7 м. За сезон срабатывается 0,1–0,2 м торфяной залежи. Для обеспечения минимально допустимой глубины грунтовых вод (по условиям проходимости торфодобывающих машин), ремонт сети проводят через 2–3 года.

Осушительная сеть на участках добычи фрезерного торфа обычно включает следующие элементы: магистральный канал (проходит по тальвегу минерального дна болота), валовые каналы (выводят под прямым углом в магистральный канал), картовые каналы (проводят параллельно магистральному каналу). При карьерном способе добычи торфа осушение проводят с помощью магистрального канала, карьерных каналов (через 400–1200 м) и впадающих в них осушителей (через 10–70 м).

Магистральный канал обычно располагают по середине болотного массива, где наибольшая глубина торфа и более низкое положение подстилающего минерального дна. Валовые каналы размещают перпендикулярно к магистрали через 500 м один от другого и более. Картовые каналы расположены через 30–40 м, впадают в валовый канал под прямым углом. Магистральный и валовый каналы устраивают глубиной два с половиной-три метра и более; они врезаются в подстилающий минеральный грунт. Картовые каналы прокладывают или сразу на всю глубину торфяной залежи (донное осушение), или постепенно углубляют по мере сработки торфа (эксплуатационное осушение). Подсушенный торф убирают поверхностно-послойным фрезерованием.

Основным способом осушения являются открытые осушители (картовые каналы), при грунтово-напорном водном питании иногда применяют вертикальный и комбинированный (сочетание открытого канала с разгрузочными

скважинами) дренажи. Находит применение щелевой дренаж; закрытый дренаж (деревянный и пластмассовый) применяют ограниченно, только на экспериментальных системах. Наиболее распространенная схема осушения для добычи торфа следующая. По тальвегу минерального дна проводят магистральный канал (МК), в который через 250–1000 м перпендикулярно ему выводят валовые каналы, являющиеся открытыми коллекторами для картовых. Последние устраивают на расстоянии 40 м (низинные болота) – 20 м (верховые болота). Глубина каналов на низинных болотах: магистральных 3,0–3,5 м, валовых 2,5–2,8 м, картовых 1,7–2,0 м, на верховых соответственно 3,5–4,0 и 2 м. Для перехвата склонового стока – поверхностного и подземного устраивают нагорные и ловчие каналы, которые делают непрерывными с независимым отводом воды в водоприемник. При площади водосбора каналов менее 500 га применяют следующие стандартные размеры регулирующей сети: ширина проводящих каналов по дну 0,5 м, минимальная глубина 2,0–2,5 м, коэффициент заложения откосов 0,33 в верховых и 0,5 в низинных торфах. Размеры картовых каналов (их называют канавами, так как проводят нередко без уклонов): ширина по дну 0,3–0,6 м в зависимости от способа производства работ, глубина 1,7–2,0 м, коэффициент заложения откосов в торфе – 0,25, в минеральном грунте 0,5–1,0. При осушении торфяных месторождений применяют регулирование рек для улучшения их водоприемных качеств, иногда насосные станции для отвода воды. При осушении болота в поймах рек проводят их обвалование дамбами. Уклоны осушительной сети обычно принимают следующие: крупные реки – менее 0,0002, реки водоприемники – 0,0003–0,0006, МК – 0,0003–0,0008, валовые каналы – 0,0003–0,001. Уклоны по возможности должны быть одинаковыми по всей длине, при необходимости их изменения они не должны уменьшаться по направлению к устью реки. При осушении торфяных месторождений различают предварительное и эксплуатационное осушение. Предварительное осушение является необходимым условием стабилизации торфяной залежи за счет отвода вековых вод и ее уплотнения. Без предварительного осушения невозможно придать каналам необходимые глубины из-за оплывания и оползания русла. Особенно это относится к верховым болотам. После предварительного осушения торфяная залежь обеспечивает необходимую проходимость для тяжелых торфодобывающих машин. Предварительное осушение начинают за 3–4 года, а заканчивают не менее чем за год до начала добычи торфа. Из-за деформации каналов в верховых торфах (глубина их из-за выноса и обрушения торфа уменьшается, а ширина поверху увеличивается) их строят до проектных глубин в течение 4–5 лет забоями небольшой глубины при многократной проходке экскаватора (на валовых каналах до 8–10, на картовых до 4–6 проходов и более). При строительстве магистрального канала нередко приходится осушать предварительно полосу шириной до 200 м с помощью пионерной траншеи, нарезаемой по оси канала на глубину до 1,5 м (обычно обеспечивается за два-три прохода экскаватора), и боковых каналов через 25–50 м. Для ускорения сушки торфа путем увеличения его водоотдачи проводят глубокое рыхление и перемешивание разных слоев торфа. При карьерном способе добычи торфа проводящая осушительная сеть состоит из магистрального канала и впадающих

в него карьерных каналов. Осушение проводят осушителями, длина которых должна обеспечить работу машин по добыче торфа в течение 3–5 лет. Осушители выводят под прямым углом в карьерные каналы. Расстояние между карьерными каналами 400–1200 м в зависимости от используемых машин и свойств торфа. Для борьбы с пожарами обязательно устраивают водоемы (пруды).

3.17 Особенности осушения тяжелых минеральных почв

К тяжелым почвам относятся глины, тяжелые и средние суглинки. Они обладают неудовлетворительными водно-физическими свойствами: слабой водопроницаемостью, низкой водоотдачей и высокой влагоемкостью. Эти качества способствуют накоплению влаги в пахотном слое и его переувлажнению. Особенно неблагоприятный водный режим возникает на минеральных землях с волнистым рельефом (с наличием понижений).

Осушение почв тяжелого гранулометрического состава имеет некоторые особенности, связанные с ускорением поверхностного стока. Для удаления избытка воды из этих почв применяют закрытые системы. При резком переходе от большего уклона к меньшему у подножья склона диаметр труб увеличивается на одну градацию, а расстояние между закрытыми линиями уменьшается в 1,5–2,0 раза. Засыпка закрытой оградительной сети, а также линий, проходящих у подножья склона, производится песчано-гравийной смесью. В целях экономии материала засыпка предусматривается в виде «окон» с длиной 3 м и расстоянием между осями 10 м. В целях исключения кольматации стыков и защитно-фильтрующих материалов закрытые линии засыпаются сразу после укладки труб и фильтров.

Удалить избыток воды можно путем организации поверхностного стока. В состав мероприятий по организации поверхностного стока входят устройство оградительной сети, установка колодцев-поглотителей, создание ложбин стока, выравнивание поверхности, нарезка выводных и разъемных борозд. В условиях избыточного увлажнения, связанного со слабым оттоком осадков, применяют пологие ложбины, обеспечивающие быстрый отвод избыточных вод и позволяющие эффективно использовать сельскохозяйственные машины.

Для гидравлического расчета закрытой сети используют модули стока: для глин и тяжелых суглинков – 0,4–0,7; средних суглинков – 0,5–0,8; западного рельефа – 0,6–0,9 л/с с 1 га. Меньшие значения принимаются при годовой норме осадков до 600, большие – свыше 700 мм.

Однако при уменьшении расстояния между дренами или собирателями у подошвы склона в замкнутых понижениях модуль стока увеличивается в 1,5 раза, на участках с фильтрующей засыпкой в виде «окон» – в 2,0 раза, при впуске открытой сети в закрытую и в устройстве поглотителей – в 3–4 раза.

Ложбины предназначены для ускорения поверхностного стока с участков на которых имеются закрытые системы, а расстояние между каналами превышает 300 м. С помощью ложбин вода из понижений удаляется по тальвегам и другим естественным понижениям. С помощью ложбин понижения соединяются с тальвегами и другими линейно-протяженными углублениями, по которым

вода переводится в открытые каналы или через поглощающие устройства в закрытую проводящую сеть. Максимальная глубина ложбин 0,6, минимальная – 0,2 м, заложение откосов 1:10, уклон дна не менее 0,00075, а длина при безуклонном рельефе не более 400 м. Из понижений глубиной до 25 м вода удаляется временными водоотводными бороздами глубиной 20–30 см. Для усиления работоспособности закрытых систем и ускорения удаления избыточной воды могут предусматриваться агромелиоративные мероприятия (кротование, глубокое рыхление, узкозагонная вспашка и др.).

Выравнивание поверхности включает следующие операции: засыпку старой существующей сети, карьеров, ям, засыпку замкнутых понижений рельефа местности глубиной более 25 см; выборочные и площадные планировочные работы при выраженном рельефе с наличием западин глубиной до 25 и ширине понижений более 20–30 м. При проведении перечисленных операций предусматривают меры по сохранению гумусового слоя.

Осушение переувлажненных земель с микропонижениями (блюдцами). Минеральные периодически переувлажненные земли атмосферного водного питания из-за наличия значительного количества замкнутых бессточных понижений «блюдец», заполняемых водой, не могут продуктивно использоваться в сельскохозяйственном производстве. Мелиорацию таких земель проводят систематически либо выборочным дренажем, водосборными дренажными колодцами с коллекторными выводами в открытые каналы, планировочными работами и другими приемами. Перечисленные способы нельзя назвать оптимальными в силу следующих причин: принцип отвода вод за пределы осушаемого массива заполняемых водой понижений при снеготаянии и ливневых осадках вместо их аккумуляции на месте не является теоретически обоснованным; строительство дренажа является энергоемким мероприятием, особенно в настоящее время при резком сокращении производства керамических трубок; применение водосборных колодцев препятствует механизированной обработке полей, способствует развитию сорняков; необходимая для сброса дренажных вод сеть открытых каналов наряду с повышенной энергоемкостью обуславливает значительную потерю плодородного гумусированного слоя почвы и вызывает чрезмерное «переосушивание» мелиорируемых земель в летний период; сброс поверхностных вод в открытые водоемы, загрязненные вследствие сельскохозяйственного производства удобрениями, гербицидами и пестицидами, отрицательно влияет на экологию водоемов; планировочные работы и устройство ложбин также нежелательно, так как это приводит к значительной потере гумусированного слоя почвы и снижает ее плодородие; довольно высокая энергоемкость и строительная стоимость. Выбор рационального способа мелиорации проводят на основе технико-эколого-экономических расчетов.

3.18 Особенности осушения в садово-парковом хозяйстве

В парках, садах, на спортивных площадках и в местах отдыха населения применение дренажа имеет свои особенности. После осушения корни древесных растений углубляясь могут врастать через стыки дренажных трубок и за-

купоривать дрены. На спортплощадках и площадках для отдыха необходимо обеспечивать как быстрое освобождение их от воды, так и понижение грунтовых вод. Это следует учитывать при строительстве дренажа.

Дренаживание парков и садов. При устройстве обычного дренажа дрены рекомендуется закладывать в парках на расстоянии 15–20 м от деревьев и кустарников, в садах – в 4–5 м от яблонь. Глубину заложения дрен и уклон дренажных линий необходимо увеличивать. Стыки дренажных трубок следует покрывать рубероидом и засыпать дрены крупным щебнем или гравием слоем 20–50 см. Наиболее эффективным является строительство дренажа специальных конструкций. Дренаж Реролле выполняют в виде сплошной трубы, изготовленной из дренажных трубок, стыки которых закрыты цементом, а для поступления воды через 3–5 м снизу к основной дрене присоединяют короткие вертикальные трубки. Перекрестный дренаж выполняют в виде пересекающихся дрен, соединенных в местах пересечения между собой. При такой конструкции закупорка дрен в одном и даже нескольких местах позволяет отводить воду. Двойной дренаж устраивают путем укладки дренажных трубок меньшего диаметра в трубки большего диаметра, при этом стыки внутренних и наружных трубок не должны совпадать. При такой конструкции корни растений, вращая в стыки трубок дрен большего диаметра, оказываются на воздухе и прекращают рост.

Дренаж спортивных площадок. На спортивных площадках, стадионах осушение проводят с использованием гончарного дренажа. Для дренажеров применяют трубки диаметром 50 и 75 мм, для коллекторов 75 и 100 мм, для кольцевого коллектора – 100–150 мм. Для обеспечения быстрого сброса ливневых осадков расстояние между дренами уменьшают в 2 раза. Дрены-осушители делают сквозными через все поле стадиона с отводом воды в обе стороны. Глубина закладки дренажа 0,7–1,0 м. Дренажные траншеи целесообразно на 2/3 глубины засыпать крупнозернистым песком.

Дренаж площадок для отдыха. Площадки для отдыха нужно осушать тщательно, поэтому расстояние между дренами следует уменьшать на 20–30 % в зависимости от грунта. Глубина дрен должна составлять 0,9–1,1 м.

Следует обращать особое внимание на тщательность засыпки дренажных траншей. В условиях возможного притока воды на поверхность траншеи необходимо заполнять грунтом, хорошо фильтрующим воду крупнозернистым песком и др.

Дренаж бульваров и зеленых разделительных полос. Бульвары разделительные полосы городских дорог, имея относительно узкую, вытянутую вдоль улиц форму, интенсивно посещаемые населением и животными, требуют особого подхода к обеспечению сохранности зеленых насаждений.

При интенсивном движении транспорта на зеленые насаждения попадает грязная, а при снеготаянии часто насыщенная солью вода.

Для обеспечения устойчивости и сохранности бульваров и зеленых насаждений разделительных полос желательно со стороны насаждений, примыкающих к проезжей части, создавать узкую (0,7–0,9 м) защитную полосу из плит (типа тротуара) с уклоном 0,02–0,015° в сторону дороги.

На избыточно увлажненных землях при ширине бульвара 10–15 м и более по границе вдоль дорог под плитками желательно устроить трубчатый дренаж. Для защиты дрен от заиления можно использовать нетканые материалы типа дорнит. При небольшой ширине разделительных полос дренаж можно устраивать посередине их. Смотровые колодцы, используемые для очистки дрен, размещают через 80–100 м.

Береговой дренаж. Его устраивают для защиты пойм от подтопления водами, поступающими путем фильтрации со стороны реки. Дрену располагают параллельно берегу реки, что дает возможность перехватывать фильтрующуюся через грунт воду, понижая уровень грунтовых вод в пойме. Вода из дрены отводится в реку ниже по уклону от осушаемой части поймы.

Кольцевой дренаж используют при осушении особо важных участков территории или отдельных зданий. Вода из кольцевой дрены, ограждающей осушаемый объект, отводится в водоприемники или на участки с более низкими, чем дрена, отметками. Дрену можно выводить в водоприемный колодец с самотечным отводом воды или с ее откачкой. Кольцевой дренаж может не дать эффекта при поступлении на осушаемый объект напорных грунтовых вод. В таких случаях необходимо дренировать и площадь, ограниченную кольцевой дренажем.

4 ОРОСИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

Для правильного установления режима орошения данной культуры необходимо знать ее требования к влаге в различные фазы развития при данной агротехнике и почвенно-климатических условиях.

Сельскохозяйственные культуры в разные фазы развития предъявляют неодинаковые требования к водному режиму почв. Потребность растений в воде от начала развития постепенно возрастает и в период полного развития вегетативных органов бывает наибольшей. К примеру, у большинства злаковых культур наибольшая потребность в воде наблюдается в фазы кущения и колошения (А. Н. Костяков). В период созревания культур водопотребление сильно сокращается, и в конце созревания потребность в воде полностью прекращается.

4.1 Режим орошения и обоснование необходимости поливов

Под *режимом орошения* понимают правильное установление и распределение в вегетационный период количества оросительной воды (число, нормы и сроки полива), обеспечивающего оптимальный для данной культуры водный режим корнеобитаемого слоя почвы при данных конкретных природных и агротехнических условиях. Режим орошения – это совокупность оросительной и поливных норм, числа и сроков поливов и порядок подачи воды на поливной участок.

Поливная норма – это количество воды в миллиметрах слоя (или в м³ на 1 га площади), подаваемое за один полив для повышения влажности расчетного слоя почвы от нижней до верхней границы диапазона оптимального увлажнения.

Оросительная норма – это количество воды, которое дают сельскохозяйственной культуре за весь оросительный период. Оросительная норма равна сумме поливных норм. Поливную и оросительную нормы выражают в кубических метрах воды на 1 га площади (м³/га), занятой культурой.

Поливные, оросительные нормы и сроки полива назначают так, чтобы в течение всей вегетации запасы влаги в почве находились в оптимальном количестве.

Период, в течение которого проводят полив, называют *поливным*, а время от начала первого полива до конца последнего – *оросительным периодом*. Время между смежными поливами называется *межполивным периодом*. Поливные и оросительные нормы определяются условиями жизни растений, почвенными, климатическими, метеорологическими и другими условиями.

Вода является одним из элементов плодородия почвы. В период роста растения потребляют большое количество воды, из которого только 0,01–0,03 % идет на создание растительных тканей, остальная расходуется на транспирацию листьями и стеблями растений.

Транспирация зависит от условий внешней среды и бывает тем больше, чем выше температура воздуха и почвы, ниже относительная и абсолютная влажность

воздуха, моложе растение и больше испаряющая поверхность его вегетативных органов. С повышением плодородия почв транспирация уменьшается.

Количество воды, израсходованное растениями на единицу урожая, называется *коэффициентом водопотребления*.

При орошении нельзя снижать влажность почвы в корнеобитаемой зоне до таких значений, когда начинается увядание (влажность завядания) растений. Влажность завядания зависит от водно-физических свойств почвы. Для супесчаных почв она равна 3–4 % массы абсолютно сухой почвы, для легких суглинков – 4,5–7,5, для средних суглинков – 7,5–9,0, для тяжелых суглинков – 9–12 и для глинистых почв – 14–18 %.

Для определения поливной и оросительной нормы необходимо знать потребность культур в воде по фазам их развития при запланированном высоком урожае.

Приходная часть водного баланса орошаемой территории в естественном состоянии складывается из запасов влаги в почве в весенний период и осадков, выпавших в период вегетации сельскохозяйственных растений.

Запасы воды в почве в весенний период по годам меняются, они зависят от:

- количества осенних дождей;
- пополнения в период зимних оттепелей;
- глубины снежного покрова зимой;
- запасов воды в снеге перед снеготаянием;
- глубины промерзания почвы зимой;
- характера снеготаяния и др.

Расходная часть водного баланса состоит из расходов влаги на транспирацию растений и на испарение с поверхности почвы. Когда приходная часть оказывается меньше расходной, недостаток воды должен пополняться поливами.

Нижняя граница допустимого снижения влажности почвы изменяется в зависимости от почв и культур в пределах 60–80 % наименьшей влагоемкости. В начале вегетации критическая влажность несколько больше, чем в период прекращения роста, налива зерна и спелости. Для зерновых, овощных культур и люцерны нижняя граница допустимого иссушения разных почв составляет (% НВ): супесчаные – 65–60, легкосупесчаные – 70–65, среднесуглинистые – 75–70, тяжелосуглинистые – 80–75. Чем тяжелее почва, тем больший процент воды недоступен для растения и тем меньше воздуха в почве остается после полива.

В песчаных, супесчаных и суглинистых почвах за верхний предел влажности обычно принимают наименьшую влагоемкость, при которой объем воздуха в них вполне достаточен для нормального развития и роста всех культур.

Каждая выращиваемая культура требует особого режима орошения по срокам полива, по поливной норме, по способу полива.

Сроки полива могут меняться также из-за метеорологических условий для одной и той же культуры. Есть несколько способов определения сроков полива:

- по внешнему состоянию растений;
- по физиологическим показателям;
- по влажности почвы;

- биоклиматический метод.

Сроки поливов всегда должны быть согласованы с фазами развития растений и проведением сельскохозяйственных работ.

Таблица 6 – Примерные режимы орошения сельскохозяйственных культур для северо-запада России в средnezасушливый год (почвы среднесуглинистые)

Культура	Но- мер поли- ва	Полив- ная норма м ³ /га	Фаза развития культуры	Срок полива	Ороси- тельная норма м ³ /га
Капуста ранняя	1	100	Перед посадкой или после высадки рассады	05-10.05	
	2	150	Приживание рассады	20-25.05	
	3	200	Развитие листьев	05-10.06	1050
	4	300	Завязывание качанов	15-20.06	
	5	300	Уплотнение качанов	01-05.07	
Капуста поздняя	1	100	Перед посадкой или после высадки рассады	01-01.06	
	2	150	Приживание рассады	15-20.06	
	3	200	Развитие листьев	30.06-05.07	
	4	300	Завязывание качанов	15-20.07	
	5	300	Уплотнение качанов	25-30.07	1350
	6	300	Рост качанов	10-15.08	
Огурцы	1	100	При посеве в грунт	05-10.06	
	2	200	По всходам	15-20.06	600
	3	300	До образования бутонов	01-05.07	
Томаты	1	100	При посадке в грунт	01-05.06	
	2	200	Образование соцветий	15-20.06	600
	3	300	Цветение	01-05.07	
Корнепло- ды	1	150	Для обеспечения всходов	25-30.05	
	2	200	Первый настоящий лист	10-15.06	950
	3	300	Начало утолщения подсемядольного колена	10-15.07	
	4	300	Утолщение корня	10-15.08	
Картофель ранний	1	200	Перед бутонизацией	10-15.06	
	2	300	Во время цветения	25-30.06	800
	3	300	Усиленный рост клубней	10-15.07	
Картофель поздний	1	200	Образование соцветий	10-15.07	800
	2	300	Усиленный рост клубней	25-30.07	
	3	300	То же	10-15.08	

Поливы бывают влагозарядковые, предпосевные, или послепосевные, посадочные, вегетационные и специальные (подкормочные, освежительные, противозаморозковые, опреснительные и др.).

На основании поливных норм и сроков полива определяют *поливной гидромодуль* q – это объем воды в м³/га за 1 с:

$$q = \frac{m}{3,6} \cdot t \cdot n, \quad (21)$$

где q – поливная норма, м³/га; t – продолжительность полива, сут; n – число часов полива в сутки.

Поливные гидромодули определяются для каждой культуры. Умножением поливного гидромодуля на площадь, занимаемую культурой, находят расход воды при каждом поливе: $Q = qF$.

Установленные для отдельных культур поливные режимы согласовывают между собой и составляют единый для всей площади севооборота режим орошения, в котором сроки полива отдельных культур согласуются между собой.

Для этого строят график гидромодуля или поливов, на котором по горизонтальной оси откладывается время (начало и конец полива), а по вертикальной – значения гидромодулей или расходов. Таким образом, получаются прямоугольники, основанием которых служит срок полива, а высота – значение гидромодуля или расхода. Если при нанесении на график поливов второй и третьей культуры совпадает, то величину гидромодуля откладывают от верха прямоугольника. На таком графике обычно расходы резко неравномерны по времени, что нецелесообразно. Укомплектование графика гидромодуля достигается частичным изменением сроков и продолжительности поливов с соответствующим выравниванием ординаты гидромодуля.

Правила укомплектования графики гидромодуля следующие:

- количество воды, предназначенное для одного поля не должно изменяться, иначе говоря, площади полученных и трансформированных прямоугольников должны быть равновелики, полив можно начать раньше на два-четыре дня, опоздание с поливом нежелательно, в крайнем случае – на один-два дня;

- среднюю дату полива можно изменить не более, чем на трое-пять суток;
- целесообразно заполнить все свободные от полива дни;
- нежелательно поливать одновременно две и более культуры.

Максимальный расход на укомплектованный график является расчетным расходом для оросительных каналов и труб.

При расчете режима орошения прежде всего следует установить суммарное водопотребление орошаемого участка, занятого определенной культурой. Расход воды полем равен объему воды, расходуемой на транспирацию, испарение с поверхности почвы. Частное от деления этих величин и выраженное в кубических метрах на гектар на продуктивную часть урожая в тоннах, называется коэффициентом водопотребления. Коэффициент водопотребления уста-

навливается на основе обобщения многолетних опытных данных для каждой культуры в конкретных агротехнических и природных условиях (приложение У).

Режим орошения определяет размеры, конструкцию и характер работы оросительных систем и является основой для их проектирования.

Существуют теоретические методы расчета суммарного водопотребления (испарения), основанные на физических законах испарения (методы Пенмена, Тюрка и др.), эмпирические методы, основанные на функциональной зависимости испарения от урожая, температуры и относительной влажности воздуха (методы Костякова, Шарова, Алпатьева и др.).

Биоклиматический метод наиболее апробированный и перспективный для минеральных почв. Особенностью этого метода является то, что водопотребление орошаемых культур за любой расчетный период (сезон, месяц, декада) определяется по формуле С. М. Алпатьева, т. е. пользуются биоклиматическим методом. Согласно С. М. Алпатьеву, суммарное испарение является функцией дефицита влажности воздуха:

$$E = K_b \cdot \sum d, \quad (22)$$

где K_b – биоклиматический коэффициент (определяют экспериментально на опытных станциях в условиях, аналогичных проектируемой оросительной системе); $\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха для расчетного года в гПа (принимается по ближайшей метеостанции).

Определение оросительной нормы и других элементов режима орошения достигается воднобалансовыми расчетами по отдельным коротким интервалам вегетационного периода, в частности, по декадам. Это позволяет установить сезонную динамику влагозапасов почвы, сроки поливов и межполивные интервалы. Расчеты могут выполняться для отдельных типовых или реальных лет. В последнем случае расчеты проводятся за длительный (30–40-летний) ряд прошлых лет, а проектные (обеспеченные) параметры режима орошения получают затем путем статистической обработки. Расчеты ведутся по декадам оросительного периода для конкретной культуры и метеостанции на основе следующего уравнения:

$$W_k^i = W_n^i K_n P_i - K_i \cdot E_b, \quad (23)$$

где W_k^i , W_n^i – влагозапасы расчетного слоя почвы соответственно на конец и начало 1-ой декады, мм; P_i – измеренные осадки, выпавшие за данную декаду, мм; K_n – поправочный коэффициент на недоучет осадков измерительными приборами; E_i – водопотребление культуры за декаду, мм; K_b – коэффициент влагообмена, учитывающий долю водопотребления из расчетного слоя.

При проектировании оросительных систем поливную норму и сроки полива сельскохозяйственных культур принимают по рекомендациям. При отсутствии этих рекомендаций поливную норму ($\text{м}^3/\text{га}$) вегетационного полива определяют по формуле:

$$m = 100 \cdot H \cdot \gamma \cdot (w_2 - w_1), \quad (24)$$

где H – расчетный (активный) слой почвы, м; γ – объемная масса расчетного слоя почвы, т/м³; w_2 – влажность расчетного слоя почвы после полива (в процентах массы сухой почвы), которая соответствует наименьшей влагоемкости; w_1 – влажность расчетного слоя почвы перед поливом в процентах от массы сухой почвы. В проектах ее принимают равной влажности разрыва капилляров.

Количество воды, которое подают в почву при поливе, не должно превышать свободной влагоемкости ее расчетного слоя, чтобы не нарушались нормальные условия аэрации почвы и питательного режима растений и вода не питала грунтовые воды.

Если расчетная поливная норма получилась менее 400 м³/га при поливе по бороздам и полосам, то для равномерного полива ее надо увеличить до 400–600 м³/га, в зависимости от водопроницаемости почвы и рельефа участка.

При поливе дождеванием поливные нормы для освежительных поливов рекомендуют 50–100, посадочных и послепосевных – 100–150, вегетационных – 300–700 м³/га.

Норму влагозарядкового полива принимают из расчета дополнительного увлажнения до наименьшей влагоемкости 70–100-сантиметрового слоя почвы.

Например, для увлажнения тяжелосуглинистых темно-каштановых почв на глубину 0,7 и 1 м поливная норма составит соответственно 800 и 1000 м³/га.

Оросительная норма состоит из суммы всех поливов $M = \sum m$. При одинаковых поливных нормах число поливов равно:

$$n = \frac{M}{m}, \quad (25)$$

где M – оросительная норма, м³/га; m – поливная норма, м³/га.

Если проводят влагозарядковый полив, то число вегетационных поливов равно:

$$n = \frac{(M - mb)}{m}, \quad (26)$$

где mb – норма влагозарядкового полива, м³/га.

Сроки поливов назначают такие, при которых получают наиболее высокие урожаи, т. е. сроки полива должны обеспечить оптимальный водный режим почвы для каждой культуры в конкретных условиях их выращивания.

Дефициты водного баланса рассчитывают с учетом влагозарядковых или предпосевных поливов, которые обычно проводят до посева (посадки).

В качестве верхнего предела оптимального увлажнения принимается наименьшая влагоемкость почвы (НВ). При этом выбор конкретной расчетной формулы поливной нормы определяется размерностью НВ.

Нижний предел оптимального увлажнения зависит от вида культуры, фазы ее развития, почв участка и определяется обычно в % от НВ. Рекомендуемые значения приведены в приложение Ф.

Глубина расчетного увлажняемого слоя рекомендуется в пределах 0,3–0,4 м. Рассчитанное значение поливной нормы увеличивают на 10 % для учета разного рода потерь и с округлением до одного миллиметра.

Потребность в орошении возникает, когда в водном балансе преобладают расходные статьи. Орошение необходимо для зоны достаточного увлажнения в связи с неравномерностью выпадения осадков по годам и сезонам.

Необходимо проанализировать количественные показатели влаго- и теплообеспеченности минеральных почв для типовых лет по данным опорной метеостанции. Выявить повторяемость и продолжительность засушливых периодов.

Анализируя эти показатели, необходимо обратить внимание на большую многолетнюю и внутрисезонную неравномерность естественной влаго- и теплообеспеченности территории и тем самым обосновать необходимость орошения почв участка мелиорации.

Следует отметить первоочередную необходимость орошения овощных севооборотов, а также кормовых культур, многолетних трав и пастбищ. Эффективен полив садов и ягодников, а также технических культур.

Таким образом, полив следует назначать тогда, когда влажность в активном слое почвы близка к допустимой минимальной влажности. Календарные даты поливов необходимо приурочивать к фазам развития растения, в противном случае культуре можно нанести большой урон.

Сроки поливов на протяжении вегетации зависят от биологических особенностей выращиваемой культуры, погодных условий, характера почвогрунтов и гидрогеологических особенностей орошаемых земель. Поливы обычно распределяют так, чтобы обеспечить растения влагой в так называемые критические периоды, когда растения наиболее чувствительны к подсушиванию почвы (таблица 7).

Таблица 7 – Критические периоды в фазах развития растений (по Б. А. Шумакову)

Культура	Фаза развития (критический период)
Озимая и яровая пшеницы	Выход в трубку – налив зерна
Просо	Выметывание метелки – налив зерна
Гречиха	Цветение
Сорго	Образование соцветий – налив зерна
Кукуруза	За 10 дней до и 20 дней после массового (50 %) выметывания метелок
Зернобобовые	Бутонизация – цветение
Подсолнечник	Образование корзинки – цветение
Картофель	Бутонизация – массовое клубнеобразование
Бахчевые	Цветение – начало созревания

Обычно полив начинают или в срок наступления соответствующей фазы развития растения, или от трех до пяти дней спустя. Полив не рекомендуется растягивать, так как это приводит к снижению урожая. Обычно продолжительность поливного периода колеблется от 3 до 12–15 дней в зависимости от сельскохозяйственных культур и климатических условий.

Расчет поливного режима для всех культур рассматриваемого орошаемого участка выполняется аналогично расчету поливного режима отдельной культуры. В итоге подсчитывают общее количество воды, необходимое для орошения всего участка. Чтобы сделать это, после установления норм и сроков полива каждой культуры определяют количество воды, требующееся на орошение (или расход).

4.2 Методы и способы орошения

При орошении вода из источника по каналам и трубам подается на орошаемую площадь, распределяется по ней.

Распределение воды и увлажнение ею почвы может осуществляться различными методами:

1. Подачи и распределение воды по поверхности почвы, увлажнение происходит за счет инфильтрации.
2. Подача воды под напором и разбрызгивание над поверхностью почвы в виде дождя.
3. Подача воды в корнеобитаемый слой или ниже него, увлажнение происходит за счет капиллярного подъема.

В зависимости от метода орошения различаются и способы: *поверхностное орошение, внутрпочвенное и дождевание, реализуются и способы посредством поливной или дождевальной техники, трубопроводов, поливных приспособлений и арматуры.*

Правильный выбор способа и техники орошения предопределяет его эффективность. Наличие ряда различных способов полива объясняется тем, что ни один из них не является универсальным, и выбор обосновывается природно-климатическими и социально-экономическими факторами.

Поверхностное орошение наиболее древний способ. Вода от источника подается на самую высокую точку орошаемого участка, а далее распределяется по полю посредством поливных борозд или полос самотечных. Для такой подачи воды необходимо соблюдать принцип «командного» расположения распределительных каналов или оросителей. Продольные уклоны дна каналов должны быть небольшими: 0,0002–0,0007, для распределителей – 0,0005–0,001, чтобы скорости воды обеспечивали необходимый расход, но не было размыва русла.

Оросительные каналы устраивают из бетонных лотков, расположенных в полувыемке-полунасыпи или на поверхности земли. Из постоянных оросителей вода поступает во временные, которые нарезаются каналокопателями на время полива. Расстояние между оросителями – 70–100, длина – 400–1200 м.

Вместо временных оросителей применяются переносные гибкие шланги из стеклоткани или полиэтиленовые трубы. Вода в них подается из постоянных оросительных каналов поливными агрегатами.

При всех способах поверхностного орошения площадь участка должна быть тщательно выровнена и спланирована. При поливе затоплением по чекам и затопляемым бороздам вода подается сравнительно крупной струей, значительно превышая скорость поглощения почвой. При поливе по незатопляемым бороздам и полосам скорость движения воды и скорость поглощения почвой равны и не происходит застоя воды на поверхности. Борозды бывают тупиковые и сквозные, длина их – 50–130 м с продольным уклоном 0,01–0,002. В борозду подается расход воды 0,3–1 л/с при достаточно водопроницаемых почвах. На слабоводопроницаемых почвах полив производится по тупиковым бороздам расходом 1–3 л/с, чтобы борозда заполнилась водой. Кроме этого, применяют полив по сквозным бороздам со сбросом воды. Длина борозд – 50–150 м уклон 0,01–0,001, расход 0,2–0,5 л/с.

При **поливе напуском по полосам** все поле между временными оросителями разбивается валиками на полосы, которые нарезаются вдоль склона. Поперечного уклона нет, длина полос 50–300 м, продольный уклон лучше 0,01–0,001, ширина полос 10–12 м при ровной поверхности и 4–8 м при неровной. Высота валов – 15–20 см. В полосу подается струя воды 3–6 л/с. Вода движется слоем 5–8 см и постепенно впитывается.

Полив напуском по полосам допускает грубую планировку поля. Длина полос 40–200 м. Полив по бороздам – увлажнение почвы происходит за счет впитывания воды через дно и стенки борозд, полив по коротким (60–80 м) и длинным (450–500 м) бороздам. Полив по проточном (сквозным) бороздам применяется при уклонах 0,001–0,004 и более. Не впитавшаяся при движении вода поступает в сбросные каналы.

Полив по глубоким бороздам (18–24 см) применяют при уклонах 0,002. В конце борозд устанавливают перемычки, заполняют борозды на 2/3 периодически, работают без сброса. Полив по мелким (глубиной 10–15 см) бороздам применяют при выращивании зерновых культур, которые высевают и на гребень и на дно борозд. Полив по бороздам с террасками – борозды нарезают через 1,2–1,4 м, между ними образуется терраска, на которую высаживают рассаду овощных культур. Полив проводят, как по проточным бороздам.

При **поливе затоплением** орошаемую площадь разделяют водоудерживающими земляными валиками высотой 25–30 см на чеки площадью 2–5 га, глубина заполнения водой 15–20 см. Полив затоплением – наиболее древний способ, он применялся еще в Древнем Египте, Индии, Китае и Средней Азии. Проводится путем затопления небольших участков площадью 0,06–50 га, ограниченных валиками высотой 20–50 см. Разновидностью этого способа является полив затоплением бассейнов, применявшийся в Древнем Египте. Орошаемая территория разделялась дамбами на последовательную цепь террас.

Орошение дождеванием особенно эффективно в районах периодической засухливости и избыточного увлажнения, где для большинства культур требуется небольшое количество поливов, при сложном рельефе и неглубоким УГВ. При

дождевании вода подается под напором над орошаемой площадью и полив производится путем разбрызгивания воды в виде искусственного дождя. Необходимый напор создается насосами. Дождевальная система состоит из водоисточника, водозаборного сооружения – насосной станции, стационарной оросительной сети – трубопроводов или каналов, передвижной или переносной оросительной сети – разборных или передвижных труб, дождевальных машин или установок, поливной сети – разбрызгивающих аппаратов или насадок. Дождевальные системы могут быть стационарными, полустационарными и передвижными.

Дождевание осуществляется дождевальными насадками или аппаратами, установленными на дождевальном трубопроводе или дождевальных машинах.

Существующие дождевальные машины оборудуются рефлекторными аппаратами, среднеструйными с дальностью полета струи 15–35 и дальнеструйными с полетом струи 35–100 м.

Дождевальные машины и аппараты, используемые в орошении, бывают короткоструйные, многоопорные среднеструйные, короткоструйные многоопорные, дальнеструйные.

Рабочими органами дождевальных машин и установок являются дождевальные насадки и аппараты, они преобразуют водный поток в дождевые капли. Характерным показателем для дождевального устройства служит интенсивность дождя – это слой дождя, выпавший за одну минуту в среднем в течение полива.

Стационарные системы имеют водопроводную сеть, уложенную в землю, из труб вода выводится на поверхность с помощью гидрантов, к которым присоединяются дальнеструйные дождевальные установки или аппараты.

На полустационарных системах постоянное положение занимает водозаборное сооружение, подводный канал или трубопровод, а дождевальные машины и установки перемещаются по полю. Эти системы получили наибольшее распространение.

Для орошения небольших участков, расположенных вдоль рек или каналов, применяются передвижные насосные станции и трубопроводы.

Гидравлический расчет каналов и трубопроводов осуществляется на определенный расход воды. Расчетный расход определяют на основе графика гидромодуля. Умножением гидромодуля на площадь культуры в севообороте с учетом потерь получают расход воды на орошение данной культуры. Наибольший из полученных расходов является расчетным для каналов и трубопроводов.

Аэрозольное (мелкодисперсное) дождевание применяется для защиты посевов от засухи и суховеев, для освежительных поливов садов, чайных плантаций.

Классификация дождевальных устройств

Дождевальные машины, установки, оборудование и системы по технологии производства полива можно разделить на следующие основные типы:

- дождевальные машины и установки, работающие позиционно, с питанием от гидрантов закрытых оросителей или с забором из открытых оросителей (с механическим или ручным перемещением между позициями);

- дождевальное оборудование, работающее с позиционным расположением намоточного устройства и с дождевальными аппаратами, поливающими в движении с подводом воды по гибкому шлангу;
- дождевальные машины, работающие в движении (с перемещением по кругу, с перемещением фронтально);
- сезонно-стационарные автоматизированные системы;
- стационарные системы и устройства.

По технологиям дождевания (выдача оросительной нормы) всю эту технику разделяют:

- на работающую с прерывистой (циклической) выдачей оросительной нормы;
- работающую с непрерывным в течение вегетации снабжением растений влагой в соответствии с изменением их водопотребления (синхронно-импульсное дождевание).

В зависимости от характеристик дождевальных насадок и аппаратов, которыми оборудуются дождевальные устройства, поливную технику разделяют на короткоструйную, среднеструйную и дальнеструйную.

Внутрипочвенное орошение основано на всасывающем действии почвы и подъеме воды по капиллярам. При таком способе орошения сохраняется структура почвы, исключаются условия для образования корки, обеспечивается возможность широкой механизации сельскохозяйственных работ.

Капельное орошение – разновидность внутрипочвенного, обеспечивает подачу воды непосредственно к корням каждого растения с помощью капельниц. Системы капельного орошения состоят из насоса, фильтра, регулятора расхода и давления, смесительного бака для воды и удобрений полиэтиленовых подводящих трубопроводов диаметром 38–50 см, поливных трубопроводов диаметром 6–19 см и водовыпусков капельниц диаметром 2 мм.

Мелкодисперсное орошение – особыми распылителями влага насыщает приземный слой воздуха, растения и частично почву, образуется туман. Эффективно при заморозках и для создания микроклимата в засуху.

Синхронно-импульсное дождевание заключается в накоплении в гидропневмо аккумуляторах воды и выбросе ее в виде дождя под действием сжатого в камере воздуха. При этом растения снабжаются водой синхронно с ходом их водопотребления в течение вегетационного периода.

Каждый комплект синхронно-импульсного дождевания состоит из насосной станции, генератора командных сигналов, пульта управления, расходомера, гидropодкормщика, распределительного трубопровода из алюминиевых труб диаметром 50, 80, 100 мм, поливного трубопровода из полиэтиленовых труб диаметром 25 мм, импульсных аппаратов, работающих автоматически по команде генератора командных сигналов и датчика водоподачи. Уровень воды в испарителе датчика связан с запасами влаги в почве. В зависимости от сигналов датчика включается или отключается насосная станция. Работа системы происходит в режиме чередующихся импульсов «накопление-выброс».

4.3 Оросительные системы и их основные элементы

Оросительная система – гидромелиоративная система для орошения земель. Основная техническая задача оросительной системы состоит в том, чтобы забрать воду из источника орошения, доставить ее к орошаемому массиву в расчетные сроки и в определенных количествах и распределить между отдельными хозяйствами и полями севооборотов, создать на полях нужную для растений влажность почвы.

В состав оросительной системы входят следующие элементы:

1. Источник орошения.
2. Головное (водозаборное) сооружение.
3. Оросительная сеть (главный магистральный канал или трубопровод; распределительные каналы или трубопроводы нескольких порядков (межхозяйственные, внутрихозяйственные, участковые); временная оросительная сеть в виде сезонных каналов или переносных труб, шлангов для распределения воды по отдельным поливным участкам.
4. Поливная сеть в виде борозд, полос, дождевальных насадок и аппаратов в зависимости от способа орошения.
5. Водосборно-сбросная и коллекторно-дренажная сети для удаления избытка воды.
6. Гидротехнические сооружения на оросительной сети для регулирования подачи воды, сопряжения уровней и преодоления различных препятствий.
7. Лесные полосы и дорожная сеть.
8. Орошаемые земли с межхозяйственной и внутрихозяйственной организацией территории.

В зависимости от способа орошения состав основных элементов системы может изменяться. Так, на закрытых стационарных системах с применением многоопорной дождевальной техники отсутствует временная оросительная сеть. На небольших оросительных участках не строится дренаж. При орошении дождеванием на участках, расположенных вдоль реки или оросительного канала, не применяется постоянная распределительная оросительная сеть, так как водозабор осуществляется передвижными агрегатами непосредственно из водоисточника.

Следовательно, оросительная система регулярного орошения представляет собой комплекс из орошаемых земель, источника орошения и разных сооружений на них для коренного улучшения неблагоприятных природных условий и повышения плодородия почв с целью получения высоких урожаев с наиболее эффективным использованием земельных и водных ресурсов, без отрицательного воздействия на окружающие земли. Оросительную систему можно рассматривать с агропроизводственной точки зрения как часть сельскохозяйственного комплекса для искусственного увлажнения полей с целью получения высоких урожаев. Источниками воды для орошения могут быть реки в их естественном или зарегулированном состоянии, озера, местный поверхностный сток, поступающий в пруды, подземные, сточные, сбросные и коллекторно-дренажные воды. Основные требования к источнику орошения – дать воду в

необходимом количестве и нужного качества. Количество воды устанавливается путем гидрологических и водохозяйственных расчетов. Водоисточник должен располагаться вблизи орошаемого массива, желательнее выше него (для обеспечения подачи воды самотеком). При проектировании оросительной системы необходимо знать гидрологические характеристики источника орошения, гидрогеологию и топографию местности. Зная эти характеристики, можно установить: возможную площадь орошения, необходимость регулирования источника орошения, необходимость осветления воды, схемы водозабора и подачи воды на орошаемый массив. Источник орошения должен полностью обеспечивать потребность в воде за весь период орошения.

Согласование режима источника орошения и режима орошения достигается:

- 1) путем регулирования водоисточника;
- 2) приспособлением режима орошения к режиму водоисточника;
- 3) одновременным регулированием водоисточника и режима орошения.

Качество оросительной воды оценивают в соответствии с агрономическими (плодородие почв, предупреждение процессов засоления, осолонцевания и содообразования, урожайность, качество и сохраняемость продукции); техническими (содержание микроэлементов, радиоактивных веществ) и экологическими (содержание эпидемиологически опасных возбудителей болезней, количество бактерий) критериями. Головное (водозаборное) сооружение служит для забора воды из источника орошения и подачи ее в оросительную сеть.

Выделяют три типа водозабора:

- 1) бесплотинный;
- 2) плотинный;
- 3) с механическим водоподъемом.

По способу забора воды из источника орошения различают оросительные системы самотечные и с механическим подъемом.

Оросительная сеть по своему назначению делится на две части: **проводящая и регулирующая**. Проводящая сеть строится стационарно. В ее задачу входит транспортировка воды от источника орошения к орошаемым массивам и распределение ее в пределах орошаемых массивов между отдельными хозяйствами, севооборотными участками и полями.

К проводящим каналам относятся: магистральный канал (МК) и его ветви: 1-МК, 2-МК, *межхозяйственные и хозяйственные* распределители различных порядков, 1-1.К, 1-2.К, 1-21.К, 1-211.К, *внутрихозяйственные* распределители 1-1.К1, 1-1.К11. Магистральный канал и его ветви подают воду от водозаборного сооружения до распределителей различных порядков.

Межхозяйственные распределители подают воду из МК нескольким хозяйствам, а *хозяйственные* – одному хозяйству. *Внутрихозяйственные* оросительные каналы распределяют воду между производственными участками, севооборотами, поливными участками внутри хозяйства. *Внутрихозяйственные* распределители самого младшего порядка, подающие воду на поливные участки, называют участковыми распределителями. В задачу регулирующей сети входит распределение воды по площади поля и превращение ее из состояния

тока в состояние почвенной влажности. Регулирующая сеть при поверхностном орошении состоит из временных оросителей, выводных и распределительных борозд, поливных трубопроводов, поливных полос, борозд, чеков при внутрипочвенном орошении и подземных увлажнителей. Регулирующую сеть, чтобы не стеснять условия механизации сельскохозяйственных полей, устраивают временной, переносной или передвижной, или постоянной, уложенной на определенную глубину землю.

По конструкции оросительная сеть бывает трех типов:

- *открытая*, состоящая из каналов в земляном русле или в облицовке, если нужно уменьшить фильтрацию или увеличить скорость, или из лотков, применяемых в сложных топографических и геологических условиях;

- *закрытая*, состоящая из напорных или безнапорных трубопроводов, уложенных в земле; на поверхность земли вода подается через гидранты;

- *комбинированная*, состоящая из крупных открытых каналов и закрытой сети.

Закрытая сеть – от водозабора до хозяйства вода подается по трубам, а внутрихозяйственная сеть сделана в виде открытых каналов и трубопроводов. Водосборно-сбросная сеть предназначена для сбора и отвода избыточных поверхностных вод и для сброса воды из оросительных каналов.

Она состоит:

- из аварийных и концевых сбросов;

- водосборных каналов, различных порядков;

- нагорных каналов, предохраняющих орошаемые земли от поступления на них поверхностных вод с вышележащей территории.

Дренажная сеть служит для отвода избыточных грунтовых вод с территории оросительной системы. Она состоит из межхозяйственных и внутрихозяйственных коллекторов и дренажа. Оросительная система оснащается гидротехническими сооружениями. Для регулирования уровней и расходов воды в каналах устраивают регуляторы, для транспортировки воды через искусственные и естественные препятствия – водопроводящие сооружения (акведуки, дюкеры, тоннели); для сопряжения бьефов – перепады и быстротоки. Гидротехнические сооружения оснащают автоматами по учету воды, регулированию ее уровней и расходов, средствами централизованного дистанционного контроля и управления. Для наблюдения за уровнем грунтовых вод на орошаемой территории устраивается сеть наблюдательных скважин.

Дороги проектируют для обслуживания системы, передвижения сельскохозяйственных машин, подвоза семян, вывоза урожая. Полевые дороги устраивают для сообщения с каждым полем: внутрихозяйственные – для сообщения между полями, с усадьбами и полевыми станами; межхозяйственные – для связи каждого хозяйства с железнодорожными станциями, пристанями, административными центрами; эксплуатационные – для обслуживания системы. Лесные полосы, структурно входящие в состав оросительных систем, функционально реализуют самостоятельный вид мелиорации – растительные мелиорации земель. Они сокращают скорость ветра и уменьшают испарение, а также накапливают снег в зимний период. На мелиорируемой территории размещают

следующие виды лесных полос: полезащитные, приканальные, дренажные, придорожные, прибрежные, приводоёмные, пастбищезащитные, озеленительные и пограничные. Орошаемые земли со всеми их особенностями (рельеф, почва, гидрогеологические условия) являются основным элементом оросительной системы. От них в значительной степени зависят состав, число и конструкция других элементов. В состав оросительной системы входят земли одного (внутрихозяйственная оросительная система) или нескольких (межхозяйственная оросительная система) хозяйств, ассоциаций крестьянских хозяйств и сельскохозяйственных предприятий и даже нескольких административных районов. Площадь орошаемых земель в хозяйствах зависит от их технической оснащённости и трудоёмкости возделывания культур. В хозяйствах со свекловичным или овощным направлением площадь орошаемых земель меньше, чем в хозяйствах с зерновыми или кормовыми культурами. Земли крупных хозяйств делятся на производственные участки. Производственные участки разбивают на севооборотные участки и участки вне севооборотов.

Севооборотные участки в зависимости от специализации хозяйства и основной культуры в севообороте подразделяют на зерновые, кормовые, овощные и т.д. Орошаемые севооборотные участки делят на поля. Число полей и площади устанавливаются в зависимости от состава культур в севообороте, природных и хозяйственных требований и технической оснащённости хозяйства. Постоянными внутрихозяйственными каналами, дорогами и водосбросами орошаемые земли делятся на поливные участки. Площадь в границах оросительной системы, занятая посевами сельскохозяйственных культур и насаждениями, полив которых пре-усмотрен проектом, является орошаемой площадью нетто. Площадь под каналами, сооружениями, дорогами, лесными полосами, постройками, а также под небольшими участками в границах орошаемой площади, но не орошаемыми по почвенно-мелиоративным и другим условиям, называется площадью отчуждений. Сумму орошаемой площади и площади отчуждений называют орошаемой площадью брутто. Степень использования земельного фонда оросительных систем характеризуется коэффициентом использования орошаемой площади, который должен быть не ниже 0,85–0,90.

Оросительная система оборудуется необходимыми сооружениями:

- трубопереезды через оросительные каналы;
- водовыпуски и гидранты – водовыпуски для подключения дождеваль-ных устройств;
- распределительные колодцы с задвижками для регулирования подачи воды;
- сбросные колодцы для опорожнения системы в конце сезона;
- вантузы для выпуска воздуха из трубопроводов;
- гасители гидравлического удара на трубопроводах;
- насосные станции и другие сооружения.

5 КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ, АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Культуртехнические мелиорации в настоящее время включают подготовку поверхности в пахотнопригодное состояние, создание достаточно глубокого пахотного слоя путем первичной обработки и другие работы по коренному улучшению свойств почвы. Культуртехнические работы ведут на осушаемых и нормально увлажненных землях. Состояние поверхности этих земель не позволяет интенсивно использовать их из-за лесокустарниковой растительности, засоренности камнями и т. д. Повышение продуктивности, создание благоприятных условий для механизации сеноуборочных работ на малопродуктивных и полностью выродившихся лугах и пастбищах выполняют методами поверхностного и коренного улучшения.

5.1 Техническое состояние земель и состав культуртехнических работ

Суходолы, осушаемые торфяно-болотные, заболоченные и избыточно увлажненные почвы с различными генетическими, водно-физическими и агрохимическими свойствами относятся к объектам культуртехнических мелиораций. Эти почвы развиваются на различных материнских породах в условиях нормального, временного или постоянного избыточного увлажнения под влиянием разных по происхождению и химическому составу вод: атмосферных, грунтовых, делювиальных и аллювиальных. В почве могут встречаться погребенная древесина, камни и другие включения. Все это и определяет различие физических, химических и биологических свойств осваиваемых почв. Особенности поверхности отдельных участков, по которым судят, какие культуртехнические работы по подготовке поверхности надо предусмотреть, чтобы обеспечить нормальную работу сельскохозяйственных машин, какими способами следует выполнять эти работы и каковы трудности их выполнения, принято называть техническими.

Осушаемые земли по физическим, химическим и биологическим свойствам и генезису резко отличаются от суходольных, причем как целинных, так и старопахотных. Почвы сельскохозяйственных угодий, не требующие осушения, с культуртехнической точки зрения характеризуются степенью развития дернового и подзолистого горизонтов, карбонатностью почвообразующих пород и степенью засоренности камнями. Мощность гумусового горизонта колеблется в широких пределах – от 1 до 22 см, а содержание гумуса – от 0,5 до 6 %. Величина рН изменяется от 3,5 до 7, а сумма поглощенных оснований – от 1 до 25 м.-экв. на 100 г почвы. Все это свидетельствует о необходимости внимательного определения свойств почв при выборе объектов освоения.

Категории земель, требующих культуртехнического воздействия. Прежде чем приступить к проведению культуртехнических работ, на объекте проводят почвенно-мелиоративные, геоботанические и культуртехнические изыскания. В процессе их выявляют хозяйственную ценность растительного покрова и его

особенности, определяют возможность подготовки почвы для сельскохозяйственного использования с тем, чтобы рекомендовать производству наиболее эффективные приемы сельскохозяйственного освоения.

Характеристику древесно-кустарниковой растительности дают на основании следующих лесотаксационных показателей: состава древостоя, средней высоты, среднего диаметра, полноты, бонитета, твердости. Засоренность пнями, погребенной древесиной и камнями. При диаметре 12–23 см пни считаются мелкими, 24–33 см – средней крупности, а более 34 см – крупными. Засоренность торфяно-болотной почвы древесиной определяют процентным отношением ее объема к объему слоя почвы, из которого намечено удалять пни и древесные стволы. Если на площади встречаются старые валы из кустарника, мелкоколосья и пней, то устанавливают длину, ширину и высоту валов, состояние древесины в валах, наличие неразложившихся пней и деревьев, порослевых кустарников, камней и т. д. Засоренность почв камнями определяется характером залегания камней, их размером и количеством на гектаре.

Закочкаренность и другие неровности рельефа. В некоторых областях они занимают до 60–70 % площади сенокосов и пастбищ. Кочки описывают по типу (происхождению), высоте, диаметру и густоте. По происхождению кочки бывают земляные и растительные. Земляные кочки из почвы и дернины бывают нескольких разновидностей: скотобойные – бугорки высотой до 30–45 см и диаметром до 1 м и больше; муравейниковые – конической или округлой формы высотой до 30 см. Свежие муравейниковые кочки рыхлые, а старые покрыты дерниной; кротороины – мелкие рыхлые кучки почвы, вынесенной кротом. Иногда встречаются обросшие дерниной камни, внешне похожие на земляные кочки. Растительные кочки различаются по виду растений: осоковые, пушицевые, щучковые и моховые. Кочки можно уничтожать различными способами. Но в любом случае основание их после срезки не должно быть выше 3 см, а сами кочки должны быть измельчены, разбросаны по поверхности, прижаты к почве, собраны в понижениях или вывезены. При культуртехнических обследованиях проводят также съемку и обмеры различных неровностей: старых канав, ям, мочажин, мелких озер, воронок и других естественных и искусственных элементов мезорельефа. У ям, карьеров и других понижений вычисляют ширину, длину и глубину, описывают их происхождение и намечают мероприятия по их ликвидации. Дернина, травянистая растительность и механические свойства почв. Дернина – это поверхностный слой почвы, занятый многолетней травянистой (природной или сеяной) растительностью, отличающийся значительной связностью, обусловленной скреплением частиц почвы корнями трав. Дернина содержит повышенные количества органического вещества в виде перегноя, растительных остатков и живых частей растений (корни, корневища). Она богата азотом, который становится доступным растениям по мере разложения дернины. Дернина различается по виду растительности (бобово-злаковая, злаковая, бобовая, осоковая, разнотравная, моховая), происхождению (сеяная, дикорастущая природная или улучшенная деятельностью человека), по характеру почвенных условий. По толщине она делится на слабую – до 6 см (дернина 2–3-летнего луга), среднюю – 7–12 см и мощную – 13–20 см и более. По связи с

почвой дернина бывает рыхлая (легко рвется руками – моховая) и связная (разрывается с трудом – осоковая).

Чтобы создать благоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур, надо полностью уничтожить дернину при обработке и не допускать ее отрастания.

В зависимости от технического состояния поверхности выделяют следующие группы площадей:

- чистая (без мха или замшелая);
- заросшая кустарником и мелколесьем или лесом;
- с пнями;
- с ровным рельефом;
- с повышениями в виде кочек, бугров, гряд, моховых подушек;
- с понижениями в виде западин, ям, гарей, бывших окопов, рвов, траншей, воронок и др.;
- с камнями (без кустарника и с кустарником).

В свою очередь, эти группы по трудности освоения делятся на категории. На культуртехнических картах объектов эти категории площадей выделяют в самостоятельные контуры. В техническом отношении также учитывают характер естественной дернины (по мощности), степень засоренности торфяных почв погребенной древесиной, происхождение и процент покрытия площади элементами микрорельефа.

В настоящее время подлежат первичному освоению и окультуриванию:

- *земли нормального увлажнения*, находящиеся в данное время в сельскохозяйственном использовании (пастбище, сенокос, пашня), но требующие проведения тех или иных культуртехнических работ;
- *земли нормального увлажнения*, временно выбывшие из интенсивного сельскохозяйственного использования (перелог и залежи), на которых начала произрастать древесно-кустарниковая растительность;
- *целинные земли* – осушаемые торфяные болота и минеральные переувлажненные земли, преимущественно малопродуктивные, сильно закустаренные или закочкаренные, подлесные и прочие земли, не используемые в сельскохозяйственных целях; карьеры после выработки торфа на удобрение, топливо или другие нужды, как правило, требующие осушения.

Недостаточная окультуренность пахотных земель на отдельных массивах вызвана малым содержанием гумуса, слабой насыщенностью почв основаниями и повышенной их кислотностью, нередко достигающей 3,5–4,2 рН солевой вытяжки. Для окультуривания таких массивов и повышения их плодородия необходимо вносить высокие дозы органических удобрений и извести. Для нечерноземной полосы характерна сильная раздробленность сельскохозяйственных угодий на мелкие участки. Небольшие по площади участки (от долей гектара до нескольких гектаров), вклинивающиеся в сельскохозяйственные угодья, по характеру почвы, виду растительности, условиям увлажнения и по рельефу отличаются большим разнообразием.

К ним относятся следующие угодья: кустарники, мелкий лес, вырубки, гари.

Происхождение и состав этих угодий неодинаковый. Почвы обычно подзолистые, различные по механическому составу и степени увлажнения; мелко-расчлененный рельеф: понижения, ложбины, тальвеги, блюдца, западины, расположенные среди пашни. Особенность этих земель – временное избыточное увлажнение. Поэтому посевные работы здесь начинают несколько позднее, а посевы страдают от вымокания, особенно в сырые годы; земли, засоренные камнями в различной степени; участки с остатками искусственных сооружений (межевые и противотанковые рвы, старые канавы, ямы и т. д.), также препятствующие работе сельскохозяйственных машин и уменьшающие посевные площади; участки с дефектами предшествующей обработки почвы (недопашка концов гонов, огрехи и т. д.), которые создают неправильную конфигурацию полей и способствуют дроблению площади. За несколько лет они покрываются кустарником и уже не могут быть вовлечены в сельскохозяйственное использование обычными полевыми орудиями; глубокие балки и овраги, особенно с ручьями, – неустранимые препятствия для ликвидации раздробленности полей. В этом случае необходимо вести работу по предупреждению образования новых и расширению старых оврагов. На землях, в прошлом освоенных, но заброшенных после нескольких лет сельскохозяйственной культуры (залежи или перелогги), кустарниковую растительность и мелколесье удаляют. В отличие от целинных земель, кустарниковые заросли на залежи обычно произрастают не сплошь и менее развиты, что несколько облегчает борьбу с ними.

Целина – это неосвоенные земельные угодья, покрытые травянистой растительностью, иногда древесно-кустарниковой порослью, часто заболоченные.

Культуртехнические работы по своей целенаправленности делятся на шесть групп:

- первичное освоение осушаемых земель;
- освоение под посевы новых площадей, не требующих осушения;
- коренное улучшение старопахотных земель;
- коренное улучшение выродившихся сенокосов и пастбищ;
- поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ;
- сельскохозяйственное освоение выработанных торфяников.

Освоение осушаемых и не требующих осушения земель заключается в подготовке площади к посеву с ликвидацией старой растительности и заменой ее полевыми и овощными культурами или сеянными многолетними травами. Эти мероприятия усиливают положительное действие осушения на водный и тепловой режимы почвы, а в итоге создают лучшие условия для произрастания культурных растений. Старопахотные земли улучшают в основном путем ликвидации мелкоконтурности, повышения плодородия недостаточно окультуренных участков, а также создания оптимального водного режима с помощью агромерлиторативных мероприятий.

Повышение продуктивности естественных лугов на осушаемых землях проводят путем *коренного и поверхностного их улучшения*.

Поверхностное улучшение осуществляют на сенокосах и пастбищах, которые содержат не менее 20 % ценных видов трав, находящихся в угнетенном состоянии.

Комплекс мероприятий по поверхностному улучшению включает уборку мусора, камней и наносов, боронование и прикатывание, подкормку удобрениями, уничтожение сорной растительности, омоложение травостоя рыхлением дернины и почвы, разравнивание экскрементов животных на пастбищах, подкашивание несъеденной после пастбы травы, уничтожение куртинных кустарников и др.

Коренное улучшение сенокосов и пастбищ предусматривает выполнение комплекса работ, направленных на полное уничтожение естественного и формирование нового травостоя путем посева высокоурожайных трав.

Коренное улучшение выродившихся лугов и пастбищ – это создание чистой, ровной поверхности и замена выродившегося травостоя сеяным. При обязательном выполнении требований агротехники (подготовка почвы, удобрение, подбор травосмеси, сроки и способы посева) применительно к почвенным и климатическим условиям, а также к условиям водного режима на залужаемой площади коренное улучшение лугов и пастбищ позволяет резко повысить их урожайность. Поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ – очистка лугов от кустарников, кочек, камней, мусора. Заравнивание ям, рыхление дернового уплотненного слоя, внесение удобрений, борьба с сорняками, подсев многолетних трав и т. д. При таком улучшении сенокосов и пастбищ создаются оптимальные условия для роста и развития природного травостоя, который имеет хорошие кормовые достоинства, но находится в угнетенном состоянии. Выработанные торфяные участки для использования под посевы, как правило, нуждаются в досушке, уборке древесно-кустарниковой растительности, капитальной планировке, тщательной подготовке почвы к посеву и в удобрении. Последнее зависит от мощности оставленного торфяного слоя, наличия глеевого горизонта и механического состава подстилающей породы. Культуртехнические работы подразделяют на предварительную подготовку поверхности почвы и первичную обработку ее. Предварительная подготовка поверхности почвы предусматривает устранение механических препятствий, т. е. приведение поверхности в удобное состояние для обработки, возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. Для этого удаляют древесно-кустарниковую растительность и ее остатки, а также камни, проводят планировку поверхности, уничтожают крупные кочки, моховой очес и различные старые сооружения (столбы, каналы, траншеи) и пр. Первичная обработка почвы уничтожает дикую травянистую растительность и ускоряет разложение естественной дернины; повышает аэрацию почвы и тем самым облегчает разложение органических веществ в ней и высвобождение элементов питания; вредные для растений закисные соединения почвы переходят в окисные, безвредные. Обработка почвы позволяет частично выровнять ее поверхность и создать достаточно мощный пахотный горизонт с благоприятными водно-физическими свойствами применительно к требованиям возделываемых культур.

Культуртехнические работы включают мероприятия по улучшению поверхности почвы и созданию окультуренного пахотного слоя. Способы и технология в разных условиях, различны.

В культуртехнических работах нуждаются как осушаемые земли, так и земли, не требующие осушения, которые могут быть закустаренными, залесенными, засорены камнями, сорной травяной и моховой растительностью, закорячены и др.

Культуртехническая неустроенность – характерная черта сельскохозяйственных угодий нечерноземной зоны. Более трети сельскохозяйственных земель заросло кустарником и мелколесьем, заморено камнями, покрыто кочками, с сильно выраженной мелкоконтурностью полей. Земли после торфоразработок и горных работ, а также места снесенных мелких населенных пунктов – все это объекты культуртехнических работ.

Культуртехнические мероприятия делятся на *подготовительные работы*, когда поверхность почвы готовят к освоению, и на *первичное освоение*, включающее освоение и окультуривание целинных земель.

Подготовительные работы включают устранение механических препятствий (для обработки почвы) на поверхности и в пахотном слое почвы, а именно, расчистку земель от древесно-кустарниковой растительности, корчевку и вывозку камней, срезку и разделку кочек, очистку торфяной залежи от погребенной древесины, разработку мохового покрова (очеса), уничтожение ненужных канав, траншей, планировку поверхности и др.

Под **первичным освоением** понимают первичные обработку почвы и известкование, а также внесение удобрений, возделывание предварительных культур, особые способы освоения верховых и переходных болот и выработанных торфяников.

Расчистка земель от древесно-кустарниковой растительности

Наиболее часто, особенно в нечерноземной зоне приходится расчищать земли от кустарника и мелколесья, а иногда и от леса. При сведении леса корчуют деревья или пни (после рубки). Для расчистки земель от кустарника и мелколесья в зависимости от высоты, толщины и густоты древесно-кустарниковой растительности, почв и наличия машин и орудий применяют следующие механические способы, срезку мелколесья и кустарника с последующим сгребанием срезанной древесной массы в валы или кучи, корчевание и сгребание мелколесья и кустарника; запашку мелкого и среднего кустарника; срезку, измельчение и заделку древесной стружки в почву специальными фрезерными машинами.

Для срезки кустарника наибольшее применение получили кусторезы пассивного действия. Растительность срезают горизонтальными ножами, устанавливаемыми впереди трактора под углом 28–30° к направлению движения и имеющими гидравлическое управление. Подрезанные стволы раздвигаются отвалом, на котором закреплены ножи. Хорошо срезаются древесно-кустарниковые породы с диаметром корневой шейки более двух-трех сантиметров, хуже поддается срезке низкорослая ива. Наиболее эффективны такие работы в зимних условиях по мерзлому грунту при снеговом покрове не более 40–50 см; увеличивается проходимость трактора, древесина становится более хрупкой, а стволы – более устойчивыми. В результате этого повышается качество срезки и снижается стоимость ее проведения (до 20 %).

Более чистую срезку дают кусторезы с активным рабочим органом, обычно в виде фрезы, а также машина, которая может срезать и деревья.

Срезку кустарника ведут вкруговую или челночными ходами, в зависимости от конфигурации участка. Необходимым условием производительной работы и чистой срезки является постоянная (один-два раза в смену) заточка ножей.

Срезанную древесную массу сгребают в валы или кучи. Валы располагают правильными рядами через 80–240 м один от другого. Сгребание проводят навесными кустарниковыми граблями или корчевателям-собираателями, а также специальными кустособираателями.

При наличии камней в почве и сложном микрорельефе кустарник срезают бульдозерами на тракторах класса 60 кН, которые и сгребают древесно-кустарниковую растительность в валы. Наилучшие условия для срезки бульдозерами складываются при промерзании грунта на глубину 12–15 см и снеговом покрове не более 50 см.

Площадь между валами можно осваивать в первый же год. Валы лежат один-два года, затем их разравнивают. На минеральных почвах их сжигают. Несгоревшую часть древесины сгребают в кучи и затем разравнивают или сжигают. Из-за валов в течение нескольких лет невозможно произвести залужение и приходится возделывать предварительные культуры. Поэтому лучше валы вывозить, однако это экономически целесообразно при использовании срезанной древесно-кустарниковой массы на химическую переработку и др.

После работы кустореза в почве остается много мелких корней. Очень мелкие корни сразу запахивают, но если диаметр корней более 3 см, применяют подкорчевку прицепными или навесными корчевальными боронами.

Крупный кустарник и мелколесье можно корчевать и сгребать выкорчеванную древесину в валы или кучи. Однако если одновременно и корчевать, и сгребать древесную массу, то снимается и верхний слой почвы. Поэтому целесообразнее проводить отдельно корчевку, а затем, после подсушивания до воздушно-сухого состояния земли на корнях, можно сгребать в валы или кучи выкорчеванную массу. Делают это преимущественно в сухую погоду, потом валы сжигают или вывозят.

Для корчевки древесной растительности применяют корчеватели-собираатели, бульдозеры, специальные корчевальные машины, корчевальные бороны и др.

В процессе работы клыки корчевателя заглубляются под пень или куст и вытаскивают его вместе с основными корнями. Корчевание проводят летом, но можно и зимой при невысоком снеговом покрове (до 20 см) и глубине промерзания почвы не более 10 см на минеральных и 20 см на торфяных почвах.

Кустарник, мелколесье диаметром до 15 см подкорчевывают корчевальными навесными боронами, состоящими из тяжелой треугольной деревянной рамы. На боковых брусках ее имеется по пять зубьев, изготовленных из железнодорожных рельсов. Один зуб (одиннадцатый) устанавливают в месте стыка передних концов боковых брусков.

Наиболее пригодны для корчевальных работ бульдозеры с поворотным отвалом и гидравлическим управлением. Поворотным отвалом удобно обры-

вать у пней и деревьев поверхностные корни, а с помощью гидравлического управления можно принудительно заглублять отвал в грунт и подрезать корни на необходимой глубине. При корчевке отвалом сначала плавно нажимают на ствол дерева (или верхнюю часть пня), тронув при этом с места корневую систему; затем трактор подают назад, опускают отвал и вновь заезжают, чтобы подрезать корни дерева или пня.

Пни и лес корчуют также корчевально-трелевочными лебедками с помощью стального каната. Применение лебедок на корчевальных работах имеет ряд преимуществ по сравнению с другими корчевальными машинами. При длине рабочего каната 100–120 м корчевальной лебедкой с одной стоянки трактора можно расчистить от пней и леса до 5–7 га. Помимо корчевания, лебедки стаскивают выкорчеванные пни и деревья в кучи, обивают землю с пней. Лебедки применяют в любое время года, независимо от погоды, влажности почвы и дорог.

После корчевки пней в почве остаются корни. Их удаляют корчевателями-собирающими, корчевальными бородами и др.

Важное значение имеет обивка земли с выкорчеванных пней, выполняемая путем перетряхивания пней корчевателями-собирающими или с помощью двух тросов разной длины (45 и 60 м), протянутых между двумя тракторами. Землю обивают или сразу после корчевки, или после некоторого подсушивания земли на корнях.

Так как большинство орудий для срезки и корчевки лесокустарниковой растительности являются навесными к тракторам, то за последнее время стали применять универсальные рамы, которые навешиваются на бульдозер, кусторез или корчеватель и корчевальные агрегаты.

После сгребания основной древесной массы остаются мелкие древесные остатки. Для их сбора до вспашки, а часто и после нее применяют валкователи, агрегируемые с тракторами.

Мелкий кустарник можно непосредственно запахивать кустарниково-болотными плугами, которые имеют полувинтовой отвал дают полный оборот пласта.

Глубина запашки зависит от высоты кустарника и мощности гумусового слоя. Кустарник высотой до 1 м рекомендуется запахивать на глубину не менее 18–20 см, высотой 1,5–2 м – на глубину 20–25 см, высотой 2,5–3,0 м – на глубину 25–27 см и кустарник высотой 2,5 м – на глубину не менее 30 см. Однако глубина вспашки не должна превышать мощность перегнойного горизонта более чем на 1–2 см, в противном случае плодородие вновь созданного пахотного слоя резко ухудшается. В связи с этим на почвах с маломощным гумусовым горизонтом от запахивания кустарника приходится отказаться.

После запахивания кустарника, применяют дискование в несколько следов. Прогрессивным способом расчистки земель от кустарника и одновременно их освоения является применение кустарниковых фрез ротационного действия.

Уничтожение древесно-кустарниковой растительности химическим способом достигается обработкой ее арборицидами. Наибольшее распространение получили бутиловый эфир, аммиачная соль и натриевая соль. При попадании на

растения арборициды проникают внутрь листьев и побегов, накапливаются в интенсивно растущих тканях и, нарушая процессы обмена веществ, вызывают отмирание растений.

Признаки отравления у чувствительных пород начинают проявляться уже через несколько часов. У растений сворачиваются листья и изгибаются вершины побегов. Через две-три недели листья буреют и усыхают, отмирают молодые побеги, в дальнейшем у большинства растений отмирают многолетние ветви, стволы и корни. Отмершие растения заселяются дереворазрушающими грибами, и через два-три года стволы и корни становятся хрупкими и легко поддаются механическому разрушению.

Наиболее чувствительны к указанным арборицидам ольха серая и черная, береза, лещина и некоторые виды ив. На хвойные породы эти арборициды не действуют. Когда стволы древесно-кустарниковой растительности станут хрупкими (через 2–3 года после первой обработки), они легко ломаются и размельчаются катками, рельсовыми волокушами, цепями или тросами, прикрепленными к двум тракторам, или просто проходом тракторов вдоль и поперек участка. Обломки древесины сгребают в валы и кучи и сжигают. При высоте засохшего кустарника до 4 м его можно запахивать без предварительной ломки.

Очистка полей от камней. Камни в зависимости от их крупности и степени засоренности удаляют различными способами. Камни-глыбы закапывают в землю экскаваторами (ниже пахотного слоя) или предварительно дробят с помощью взрывчатых веществ и после этого убирают с поля. Для уборки средних и крупных камней применяют корчеватели-собиратели или бульдозеры. Трактор с корчевателем (или бульдозером) подходит к камню. За 1–2 м от камня тракторист опускает отвал корчевателя и заглубляет его в грунт (под камень), после чего, продолжая поступательное движение трактора, сдвигая камень с места, а затем, выглубляя отвал, приподнимает камень и укладывает его на металлический лист. На металлических листах (пенах) камни транспортируют. Для транспортировки камней используют или стальной трос, или специальные приспособления.

Для уборки камней можно применять и корчеватель-бульдозер-погрузчик КЕП-2. Он предназначен для уборки камней, корчевки пней, планировки поверхности земли и погрузки сыпучих материалов. Работает с трактором Т-75, ДТ-54А. Транспортная скорость – 3–4 км/ч, производительность за 1 ч чистой работы при уборке камней – 16 м³.

Убранные камни складывают в кучи на краях полей, межах, возле дорог и т.п., по возможности надо использовать этот камень.

Уничтожение кочек. Привалунные и приствольные кочки частично удаляют в процессе корчевки камней и пней. Пастбищные, кротовые, муравейниковые и растительные кочки высотой до 30 см довольно успешно запахиваются кустарниково-болотными плугами или разравниваются тяжелыми дисковыми боронами после нескольких проходов вдоль и поперек участка. Более крупные кочки на землях, не засоренных древесными остатками, разрабатывают болотными фрезами, а на землях с погребенной древесиной и очень высокие кочки срезают кусторезами, резанные кочки измельчают или сдвигают в нижние места.

Планировка поверхности земли. После проведения вышеуказанных работ на осваиваемой территории остается много подкоренных ям, бугров. Кроме того, могут быть естественные можачины, понижения и неровности рельефа, а это ухудшает водный режим мелиорируемого участка (образование луж, неравномерность осушения и распределения воды при поливах) и затрудняет обработку почвы. Поэтому до вспашки проводят планировку поверхности земли скреперами, бульдозерами и грейдерами. Скреперы могут транспортировать грунт на сравнительно большое расстояние – до 200–300 м. Бульдозеры могут перемещать грунт из повышенных мест в пониженные на 30–50 м. Для более тщательного выравнивания поверхности используют грейдеры и длиннобазовые планировщики. Для планировки поверхности земли пригодны тяжелые тракторные волокуши.

На осушаемых землях планировочные работы проводят и в дальнейшем во избежание образования луж на полях. Тщательная планировка орошаемых земель необходима для равномерного распределения поливной воды по орошаемой площади.

Первичное освоение болотных и заболоченных земель

Способы освоения болотных и заболоченных земель могут быть различными в зависимости от почвы, степени задернения, наличия очеса и погребенной древесины, а также в зависимости от проектируемого хозяйственного использования мелиорируемых земель. Общие задачи освоения целинных земель: разрушение дернины и остатков древесины, устранение вредного влияния закисных соединений, снижение кислотности почвы, увеличение степени разложения торфа (на болотах), повышение микробиологической активности почвы, создание окультуренного пахотного слоя, увеличение содержания элементов питания растений в доступной форме и, как итог, повышение плодородия почвы. Эти задачи решаются применением следующей системы мероприятий: первичной и предпосевной обработок почвы; известкования и заправки удобрениями; возделывания первичных культур и специальных приемов окультуривания и др.

Первичная обработка почвы. Она направлена на создание достаточно мощного пахотного слоя. Прежде всего, уничтожают естественную травянистую, моховую и кустарниковую растительность и тщательно разрыхляют верхний слой почвы. Обработку болотных и заболоченных почв выполняют кустарниково-болотными плугами с полным оборотом пласта, фрезами и тяжелыми дисковыми боронами. В зависимости от характера растительного покрова, мощности дернины, степени разложения верхового слоя торфа и других свойств выбирают конкретный прием обработки.

При освоении болотных, заболоченных и минеральных почв в большинстве случаев применяют вспашку. Этот прием проводят на землях, занятых кустарником высотой 2–4 м, на участках после срезки или корчевки кустарника, на землях с низкими кочками и с плотной дерниной, а также после мелкой обработки закустаренных земель фрезами. Для вспашки применяют кустарниково-болотные плуги, дающие полный оборот ластва.

Глубина вспашки в разных условиях может быть различной. Для торфяных почв ее принимают равной 25–30 см и более, однако если при этом на поверхность вновь выносятся слаборазложившийся слой торфа, то глубину вспашки уменьшают. Оптимальная глубина вспашки минеральных почв – 20–25 см. При близком залегании подзолистого или глеевого горизонта глубину вспашки назначают с учетом возможности припашки этих слоев не более 3–5 см, причем углубление пахотного слоя должно сопровождаться внесением повышенных доз органических удобрений и извести. Глубина вспашки зависит и от требований высеваемых культур.

После вспашки через одну-две недели, в зависимости от спелости почвы, разделяют пласт тяжелыми дисковыми боронами. Дискование проводят несколько раз, вначале вдоль, а затем под небольшим углом к направлению вспашки. Цель дискования – создать на поверхности вспаханной почвы рыхлый слой достаточной глубины (на менее 1/2–1/3 глубины основной обработки). В зависимости от состояния поверхности и пласта применяют разные дисковые бороны.

Борона дисковая тяжелая ЕДНТ-2,2 разрабатывает на полную глубину самые связные пласты, перерезая мелкие древесные корни. Ширина захвата – 2,2 м, производительность – до 1,68 га/ч. Для разделки пласта после вспашки земель кустарниково-болотными плугами применяют бороны ЕДНТ-2,2 и др.

Пойменные луга, чистые от кустарников-древесной растительности и с неплотной дерниной, можно пахать плугами.

Болотные почвы, чистые от кустарника и корней, но с моховым слаборазложившимся торфом и очесом, а также с растительными кочками, целесообразно обрабатывать фрезмашинами.

На болотных почвах, засоренных погребенной древесиной и не имеющих плотной дернины, целесообразно применять дисковые тяжелые бороны.

Безотвальную обработку почвы можно выполнять и навесными дисковыми плугами. В отличие от лемешных они хорошо работают на каменистых и засоренных древесными остатками почвах.

Важное значение имеют сроки первичной обработки. Лучшее время вспашки торфяных почв для весеннего сева – лето, а в более южных районах – ранняя осень. Поздняя вспашка приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Под посевы озимых культур обработку почвы рекомендуется проводить не позднее июля в год посева.

При первичной вспашке в почву заделывается естественная растительность: трава, кустарники, древесные остатки, очес, мощная дернина. Для разложения дернины, полного уничтожения естественной растительности и разрушения древесных остатков одного года часто бывает недостаточно. Если на второй год почву пахать оборачивающимися орудиями, то можно вывернуть на поверхность неперегнившую дернину, очес, жизнеспособные семена и почки естественной растительности. Поэтому на второй, а иногда и на третий год, особенно при запашке крупного кустарника, основную обработку таких участков проводят болотной фрезой или тяжелыми дисковыми боронами.

Прикатывание почвы. С целью уплотнения пахотного слоя и лучшего его смыкания с подпахотным проводят прикатывание. В результате этого увеличивается капиллярный подъем почвенной влаги, улучшается прогревание пахотного слоя, усиливаются микробиологические процессы и разложение органического вещества в почве. Кроме того, прикатывание несколько выравнивает поверхность поля, устраняет ряд дефектов первичной вспашки. Прикатывание проводят после дискования и перед посевом водоналивными катками.

Интенсивность прикатывания зависит от степени разложения торфа, количества запаханной древесины и рода вымачиваемых культур. На хорошо разложившихся торфяных почвах достаточно легкого прикатывания, а на слабо- и среднеразложившихся – требуется более сильное прикатывание (до двух-трех раз). Обязательным условием хорошего прикатывания является равномерное перекачивание катка по поверхности почвы. Сдвиги грунта как при прямолинейном движении катка, так и на поворотах недопустимы.

Предпосевная обработка почвы. Предпосевная обработка поднятой целины состоит из дискования тяжелой дисковой бороной, выравнивания удаленные торчащих корней и боронования. Для дискования более подходит тяжелая дисковая борова ВДНТ-2,2 с вырезными дисками, которые разрыхляют почву на глубину 15–20 см. Выравнивание и боронование проводят обычными зубowymi боронами в несколько следов. После боронования почву прикатывают. Прикатывание можно применять и после посева (при наступлении сухой погоды), чтобы создать условия для лучшего поступления влаги к верхнему слою почвы, где находятся семена.

При освоении торфяных и заболоченных почв обязательно внесение органических, минеральных (фосфорных и калийных) удобрений, а также микроэлементов и в первые годы – азота. Во многих случаях требуется известкование.

В настоящее время колхозы и совхозы оснащены новейшей техникой, при помощи которой можно хорошо подготовить почву для посева сельскохозяйственных культур. Поэтому во многих случаях при хорошей обработке почвы можно сразу высевать многолетние травы или при освоении под пашню сразу внедрять севооборот, т. е. без первичных культур.

Освоение верховых болот. Наиболее трудно поддаются освоению верховые болота (сфагновые). Они имеют слаборазложившийся торф и очес и отличаются очень низкой зольностью (4–10 % и менее). Эти болота осваивают в последнюю очередь. Часть их целесообразно осушать и осваивать под лесные культуры, главным образом сосны. Если верховые болота расположены вокруг городов и крупных населенных пунктов, а также вкраплены среди низинных болот и сельскохозяйственных угодий, их приходится осваивать и под сельскохозяйственные культуры.

Освоение земель после торфоразработок. После торфоразработок, которые в настоящее время проводят в основном фрезерным послойно-поверхностным способом, остаются сравнительно ровные площади, пересеченные через 450–500 м валовыми каналами. Для освоения этих земель разравнивают кавальеры валовых каналов, невыработанные бермы валовых канав,

остатки караванов торфа, а также восстанавливают и в случае необходимости дополняют осушительную сеть. Далее проводят вспашку и боронование. Глубина остаточного слоя торфа остается различной (вследствие неровностей дна болота), но лучше 40–50 см. Обязательно внесение извести, фосфорных и калийных удобрений, а также микроэлементов. Осваивать эти земли можно под сенокосы и пастбища, овощные, зерновые и другие сельскохозяйственные культуры, а также под лес.

Основные приемы первичной обработки целинных и залежных, суходольных и осушаемых земель приведены ниже:

- отвальная вспашка и разделка пласта;
- отвальная вспашка, разделка пласта и прикатывание;
- предварительная разработка дернины, отвальная вспашка, разделка пласта и прикатывание;
- безотвальная обработка (дисковыми плугами, тяжелыми дисковыми боронами, плугами без отвалов);
- фрезерование и прикатывание;
- фрезерование, безотвальная вспашка и прикатывание.

Иногда в первичную обработку включают дополнительную операцию по выравниванию поверхности планировочными орудиями. Намечаемые технические приемы подготовки поверхности и первичной обработки объединяют в различные способы (технологические схемы) проведения культуртехнических работ с учетом природных особенностей почвы и поставленной хозяйственно-экономической задачи.

Первичное окультуривание земель

Комплекс мероприятий по окультуриванию земель предусматривает: удаление посторонних включений, мешающих проведению полевых работ, росту и развитию сельскохозяйственных культур, увеличению мощности пахотного слоя, и обогащение пахотного слоя органическим веществом и элементами питания в доступной для растений форме. Не всякую вовлеченную в обработку почву можно назвать культурной. Даже старопахотную почву, засоренную камнями и сорными травами, бесструктурную, с маломощным пахотным слоем, с незначительным содержанием перегноя, а в связи с этим и отличающуюся низкой производительностью, очевидно, нельзя считать культурной. Под культурной почвой следует понимать освоенную и вовлеченную в сельскохозяйственное использование, почву, свободную от древесины, сорняков, валунов и других посторонних включений, почву с рыхлым сложением, с мощным пахотным слоем, с достаточным содержанием элементов питания для растений и с благоприятным водным, воздушным и тепловым режимом. Торфяное болото, сильноокислый подзол при соответствующей системе культуртехнических и агромелиоративных мероприятий могут и должны быть превращены в культурные высокоплодородные пашни, сенокосы и пастбища. Современная техника, используемая на культуртехнических работах (кусторезы, корчеватели, мощные кустарниково-болотные плуги, машины для измельчения кустарника, тя-

желые дисковые бороны, фрезы, планировщики и т. д.), и достижения химии позволяют значительно сократить сроки окультуривания осваиваемых земель.

Основная задача культуртехнических работ – приведение поверхности осваиваемых земель в пригодное для обработки состояние, что достигается мероприятиями по расчистке площади от древесной и кустарниковой растительности, пней, камней, кочек, мохового очеса и отарой дернины, а также планировкой поверхности (засыпка ям и старых канав, срезка бугров и выравнивание других неровностей рельефа).

Проектирование культуртехнических мероприятий осуществляют на основании изысканий. Одновременно с осушением земель и культуртехническими работами следует проводить мероприятия по первичному окультуриванию почв. В процессе проектирования осушительных систем необходимо обращать внимание на сохранение верхнего плодородного слоя, а при вынужденном нарушении – на восстановление и повышение плодородия почв.

Мероприятия по окультуриванию направлены на коренное улучшение водно-физических, агрохимических, биологических и термических средств и повышение плодородия почвы путем первичной и последующих ее обработок, известкования кислых и гипсования засоленных почв. Применения научно обоснованной системы удобрений, залужения или посева предварительных культур, обеспечивающих создание мощного плодородного слоя.

Окультуренные почвы должны обладать нейтральной или близкой к ней реакцией почвенной среды, не иметь на поверхности или в своем составе посторонних включений, обеспечивать возможность применения высокопроизводительной сельскохозяйственной техники.

Основная задача окультуривания земель в период мелиоративного строительства – повышение степени окультуренности до уровня не ниже среднего, обеспечивающего получение проектной урожайности на первый (при залужении на второй) год освоения. На минеральных почвах мощность пахотного слоя должна быть не менее 18 см, содержание подвижного фосфора и обменного калия должно составлять 10–12 мг на 100 г почвы (по методу А. Т. Кирсанова), рН (солевой вытяжки) 5,5–6,0. На торфяных почвах содержание подвижного фосфора доводят до 30 мг на 100 г почвы (по А. Т. Кирсанову и Ф. В. Чирикову) или до 12 мг (по В. П. Мачигину), а обменного калия до 30 мг (по А. Л. Масловой) или до 45 мг (по П. В. Протасову), рН (солевой вытяжки) 5,5–6,0.

В первые годы освоения окультуривание торфяных почв должно быть направлено преимущественно на усиление биологической активности пахотного слоя и мобилизацию естественных запасов азота.

При окультуривании осушаемых земель основными показателями, определяющими применение того или иного способа обработки почв, являются гранулометрический состав, мощность гумусового слоя, свойства дернины, степень разложения торфа, степень осушения, приемы выполнения культуртехнических работ и намечаемая к посеву сельскохозяйственная культура.

На хорошо осушенных участках торфяных почв под зерновые культуры и многолетние травы лучший способ обработки – фрезерование без вспашки в два-три следа. На низинных торфяниках со слабой дерниной и хорошо разло-

жившимся торфом после раскорчевки густого кустарника при наличии в торфе погребенной древесины и на минеральных закамненных и малогумусовых почвах под эти же культуры сплошного рядового сева основную обработку почвы проводят тяжелыми дисковыми боронами без вспашки путем многократного дискования.

Под пропашные и глубокоукореняющиеся культуры, которые более требовательны к воздушному и питательному режимам, выполняют отвальную вспашку на глубину 30–35 см на торфяных и на глубину гумусового слоя на минеральных почвах. Поверхностная обработка почвы под них снижает урожай и ухудшает его качество.

На сильно задерненных участках или с наличием кочек при любой степени осушения и под все сельскохозяйственные культуры обязательно применяют фрезерование или дискование целины перед вспашкой. Это значительно улучшает качество вспашки и разделки пласта.

При обработке маломощных торфяников припахивают минеральный грунт и перемешивают его с торфяным. Если же подстилающий слой сильно оглеен или содержит прослойки железистых соединений, то вместо припашки делают рыхление подпахотного слоя. Такие приемы увеличивают глубину проникновения корней и улучшают воздухообмен в корнеобитаемом слое почвы.

На минеральных почвах с маломощным гумусовым горизонтом проводят припахивание подстилающего слоя с обязательным внесением органических удобрений повышенными нормами.

До посева раньше обрабатывают почвы тяжелого механического состава, а затем супесчаные и песчаные.

Одновременно с разделкой пласта проводят выравнивание поверхности почвы. Сюда входит разравнивание свальных гребней, разъемных борозд, естественных и искусственных неровностей рельефа. При этом на торфяных почвах перед каждым проходом планировщика почву прикатывают водоналивными катками.

Известкованию подлежат как вновь осваиваемые, так и старопахотные почвы, имеющие кислую реакцию среды; почвы со щелочной реакцией подлежат гипсованию.

Кроме снижения кислотности, известкование улучшает азотное и фосфорное питание растений в результате, как разложения органического вещества почвы, так и перехода труднодоступных фосфатов железа и алюминия в более доступные фосфаты кальция. На известкованных почвах повышается доступность калия и ряда микроэлементов, устраняется вредное действие алюминия и марганца. Известкование повышает эффективность вносимых удобрений и способствует ускорению окультуривания кислых почв. Известкованные почвы имеют более благоприятный водный и воздушный режимы.

Нормы известки рассчитывают на нейтрализацию гидролитической кислотности по формуле:

$$D_p = 5 \cdot G \cdot H \cdot A, \quad (27)$$

где D_p – расчетная норма CaCO_3 ; Γ – гидролитическая кислотность, мг-экв. на 100 г почвы; H – мощность известкуемого слоя, м; A – средняя плотность почвы, г/см³.

Если данных о гидролитической кислотности нет, то примерные нормы извести для минеральных почв определяют по величине рН почвы.

Нормы гипса на солонцеватых почвах рассчитывают, исходя из количества поглощенного натрия по формуле:

$$D_p = 8,6 \cdot (П - 0,1 \cdot T) \cdot H \cdot A, \quad (28)$$

где D_p – расчетная норма CaSO_4 , т/га; Π – содержание поглощенного натрия, мг-экв. на 100 г почвы; T – емкость поглощения, мг-экв. на 100 г почвы; H – мощность солонцеватого горизонта, м; A – средняя плотность почвы, г/см².

В качестве гипсосодержащих материалов применяют гипс сыромолотый, фоофогипс и глиногипс с содержанием CaSO_4 соответственно 71–73, 70–75 и 63–92 %.

Известь и гипс применяют после капитальной планировки и выравнивания почвы осенью или весной.

Нормы извести более 6 т/га вносят в два приема, 4 т/га под вспашку, 2 т/га под дискование. Высокие расчетные нормы гипса допустимо вносить в течение двух-трех лет равными долями.

Повторное известкование проводят на основании данных агрохимического обследования почв.

Система удобрений на осушаемых землях предусматривает восстановление плодородия почв нарушенного в процессе выполнения мелиоративных и культуртехнических работ, а также повышение эффективного почвенного плодородия в процессе окультуривания и сельскохозяйственного использования земель.

Во все вновь осваиваемые минеральные почвы, особенно низкого плодородия, вносят органические удобрения (приложение X).

В период окультуривания почвы органические удобрения вносят ежегодно, а затем применяют в соответствии с системой удобрений в севооборотах.

Нормы фосфорных и калийных удобрений для создания требуемого уровня содержания фосфора и калия приведены в приложении Ц.

Примерные нормы минеральных удобрений под различные культуры на осушаемых минеральных почвах приведены в приложении Ш.

На кислых почвах с низким содержанием подвижного фосфора применяют фосфоритную муку (фосфоритование) в чистом виде или в составе компостов. Одновременное применение фосфоритной муки и извести, допустимо при внесении в разные слои или разные сроки, например, под вспашку и под дискование или осенью и весной.

Несмотря на высокое содержание общего азота в торфяных почвах, в первые годы освоения необходимо вносить в них азотные удобрения под все сельскохозяйственные культуры, особенно под многолетние злаковые травы. В первую очередь это относится к переходным торфяникам, а также к низинным

со слабой степенью разложения торфа, особенно в северных и северо-западных районах Нечерноземной зоны России, Сибири и на Дальнем Востоке.

Большинство торфяных почв имеет низкое содержание фосфора, поэтому фосфорные удобрения эффективны на всех торфяниках, за исключением тех, которые имеют высокое содержание вивианита (фосфорнокислая закись железа). Эффективность их, как и азотных удобрений, повышается по мере продвижения с юга на север, от низинных к переходным почвам.

Калийные удобрения высокоэффективны как на вновь осваиваемых, так и на старопахотных торфяниках.

Сроки внесения минеральных удобрений определяются водным режимом. На хорошо осушенных торфяниках, где грунтовые воды находятся не выше 60–70 см от поверхности, фосфорно-калийный удобрения можно вносить осенью. На торфяных почвах пойм не рекомендуется заблаговременно вносить калийную соль, хлористый калий и суперфосфат. Все виды азотных удобрений, особенно нитратные формы азота, рекомендуется вносить непосредственно перед посевом возделываемых культур, а также в подкормки.

Почву в год внесения грунта и по возможности в последующие годы обрабатывают путем дискования или фрезерования. При такой обработке достигается равномерное перемешивание торфа с применяемым грунтом.

На осушаемых землях с первого года освоения можно выращивать любую районированную сельскохозяйственную культуру, вводить севооборот или проводить залужение, если обеспечены благоприятные водно-воздушный и питательный режимы в корнеобитаемом слое и проведена тщательная подготовка почвы.

Залужение – посев многолетних трав с целью создания травостоя различного хозяйственного использования. Высевают травосмеси из нескольких компонентов, например: клевер красный, тимофеевка луговая, овсяница луговая; клевер красный и розовый, тимофеевка луговая; ежа сборная, костер безостый. При составлении травосмесей для залужения учитывают характер использования кормовых угодий (сенокос, пастбища), плодородие почв, степень ее увлажнения и другие факторы.

В зависимости от местных условий и специализации хозяйств-землепользователей вводят полевые, кормовые, овощные и лугопастбищные севообороты. Для посева используют районированные высокоурожайные сорта сельскохозяйственных культур.

На землях с осушительно-увлажнительными системами в первую очередь проектируют и вводят овощные севообороты и культурные пастбища.

При низком естественном плодородии почв, а также при засоренности почв древесно-корневыми остатками и камнями в первые годы освоения выращивают предварительные культуры. В их составе могут быть сидераты из семейства бобовых: люпины, донник, сераделла, чина, конские бобы и др. С целью ускорения процесса окультуривания осушаемых земель в качестве предварительных культур целесообразно использовать пропашные с внесением повышенных доз органических удобрений.

Ускоренное залужение осуществляют при необходимости сразу после проведения мелиоративных и культуртехнических работ на почвах с высоким и средним уровнем естественного плодородия, где возделывание других культур невозможно и нецелесообразно.

5.2 Основные требования к культуртехническим работам

Обобщение наиболее прогрессивных существующих приемов и способов окультуривания торфяноболотных и заболоченных почв позволило разработать определенные требования к их проведению.

Основные из них приведены ниже.

1. Обязательное соответствие всех приемов первичной обработки генетическим особенностям осваиваемых почв. В практике бывают случаи, когда приемы освоения минеральных почв переносят на торфяные и, наоборот, без учета природных свойств почвы. Это приводит к снижению плодородия осваиваемых почв, замедлению процесса окультуривания их или к необходимости внесения повышенных доз удобрений. Выбранный прием первичной обработки почвы должен обязательно соответствовать мощности перегнойного горизонта.

2. Максимальное сохранение органического вещества почвы при предварительной подготовке поверхности. В настоящее время разработаны и довольно хорошо испытаны приемы подготовки поверхности закустаренных земель, которые устраняют или значительно ослабляют механическую эрозию осваиваемых почв, вызванную применением механизмов типа корчевателей-собираателей.

3. Повышение коэффициента использования осваиваемых площадей в сельском хозяйстве. Валы, кучи и другие неровности, имевшиеся ранее или созданные при проведении культуртехнических работ, приводят к замораживанию значительной части капитальных затрат, вложенных на осушение и освоение площадей, а также к потерям продукции за счет недобора урожая. Все помехи устраняют до посева первых культур. Валы и кучи также снижают производительность почвообрабатывающих машин как при мелиоративном освоении, так и при возделывании культурных растений. Так, при расстоянии между валами или кучами до 100 м производительность механизмов снижается на 25 % по сравнению с выработкой при расстоянии 250 м. Повышение коэффициента земельного использования за счет ликвидации различных помех при сельскохозяйственном освоении площадей приводит к более полной отдаче капитальных вложений, их быстрее окупаемости.

4. Возможность комплексной механизации всего технологического процесса освоения с применением наиболее производительных механизмов. Подготовку поверхности и первичную обработку осваиваемых земель, коренное и поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ надо проводить без затрат ручного труда. Общие затраты труда на освоение должны быть минимальными, а сам процесс полностью механизирован.

5. Максимальное сокращение межсезонного периода проведения культуртехнических работ. В настоящее время мелиоративные организации имеют

производительные механизмы, работающие и в зимний период (кусторезы, фрезерующие кустарник машины типа МПГ, МТП и т. д.).

6. Правильное сочетание минимальных затрат труда и средств на освоение земель и максимального выхода сельскохозяйственной продукции с единицы подготовленной площади, что обеспечивает быструю окупаемость капитальных вложений в мелиорацию.

7. Неразрывность культуртехнических и гидротехнических работ на осушаемых землях. Сроки проведения первых работ не должны отставать от осушения более чем на один год. В ряде случаев культуртехнические работы могут быть закончены до осушения, например, в зимний период. Невыполнение этого требования приводит к замораживанию капитальных вложений в осушение земель, дополнительным трудностям, вызванным укоренением древесно-кустарниковой растительности (прирост кустарника в высоту после осушения может достигать 1 м за лето), а также к значительной потере питательных веществ, вымытых из почвенного раствора почвенно-грунтовыми водами в дренажи, каналы и водоприемники. При проведении культуртехнических работ должны быть учтены условия водного режима на осваиваемой площади.

8. Выбор способов и приемов освоения с учетом характера последующего использования площади, в частности с учетом требований сельскохозяйственных культур к качеству первичной обработки почвы.

5.3 Агромелиоративные мероприятия

Это мероприятия, направленные на улучшение водно-воздушного режима почв путем правильных, научно обоснованных методов обработки почв, которые приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Назначение и условия применения агромелиоративных мероприятий (по данным КГМиНЦ)

Вид агромелиоративного мероприятия	Характер и условия применения агромелиоративного мероприятия
Узкозагонная вспашка	Применяют в полевых севооборотах обычно осенью, реже весной для улучшения стока поверхностных вод вспашку производят обязательно вдоль уклона поверхности участка с образованием разъемных борозд. Ширина загона при уклоне поверхности меньше 0,002 принимается равной 12–15 м, при большем уклоне – 16–20 м. Для создания лучших условий отвода избыточной воды по бороздам необходимо соблюдать их прямолинейность и параллельность
Грядование	Производят после обработки почвы под посев или посадку овощей и других пропашных культур для ускорения поверхностного стока. Гряды нарезают вдоль уклона поверхности участка на одинаковую глубину и пря-

Вид агромелиоративного мероприятия	Характер и условия применения агромелиоративного мероприятия
	молинейно. Ширина гряд 0,7–0,1 м
Гребневание	Производят на полях, отводимых под посев ранних овощных культур и картофеля в целях ускорения поверхностного стока. Вспашка ведется вдоль уклона поверхности
Гребневой посев озимых зерновых	Производят на полях с малым уклоном поверхности обязательно вдоль уклона для ускорения стока излишней воды по бороздам между гребнями. Выполняют гребневой посев либо специальной сеялкой
Нарезка водоотводных борозд	Для отвода воды из разъемных борозд узкозагонной вспашки, а также из межрядовых и межгребневых борозд. Нарезают поперечные водоотводные борозды. Борозды нарезают в следующие сроки: на участках, засеянных озимыми культурами – до появления всходов; на участках, предназначенных под ранние овощные культуры, картофель и корнеплоды – после зяблевой вспашки; на участках, занятых поздними пропашными культурами – вслед за последней междурядной обработкой. Глубина поперечных борозд должна быть на 5 см больше других пересекаемых борозд. Водоотводные борозды проводят по понижениям рельефа, а при слабой его выраженности – под углом 60–70° к направлению уклона поверхности на расстоянии 70–160 м друг от друга. Их выводят в каналы открытой сети, пересечение борозд выполняют вручную
Безотвальное глубокое рыхление	Применяют с целью организации стока избыточной воды в подпахотные горизонты и накопления в них запаса влаги. Под поздние культуры рыхление следует производить осенью на глубину 30–35 см. До начала рыхления необходимо провести отвальное лушение или мелкую вспашку на глубину 10–15 см, чтобы пашня не была глыбистой. Поверхность рыхлят вдоль уклона, придерживаясь полос, образованных предыдущими узкозагонными вспашками. После окончания рыхления разъемные борозды углубляют. Нарушение этого требования может привести к переувлажнению почвы весной. Глубокое рыхление в комбинации с узкозагонной вспашкой под ранние пропашные культуры проводят весной. В этом случае бороздование не применяют
Кротование	Применяют на глинистых и суглинистых безвалунных почвах на участках, осушаемых закрытым дренажем. Производят его либо одновременно со вспашкой, либо

Вид агроメリоративного мероприятия	Характер и условия применения агроメリоративного мероприятия
	отдельно от нее. Диаметр кротовин 5–6 см, глубина прокладки – 30–45 см, расстояние друг от друга – 1–1,5 см; кротование ведут поперек проложенных дрен. Осеннее кротование повышает запас влаги подпахотных горизонтов весной следующего года, а весеннее – усиливает вентиляцию почвы и приток к дренам. Во всех случаях кротование облегчает передвижение избыточной воды к дренам
Выборочное бороздование	Применяют на полях с неровным имеющим замкнутые понижения рельефом для выпуска накапливающейся в понижениях воды в открытую сеть; глубина борозд 25–30 см
Планировка поверхности	Применяют на полях с плохо выровненным микрорельефом с целью заравнивания микропонижений; проводят на занятых парах летом

Агротехника на осушаемых торфяных почвах должна быть направлена на поддержание равновесия между разрушением и накоплением органического вещества, сохранение питательных элементов.

Систему основной обработки торфяных почв дифференцируют с учетом степени их окультуренности, водного режима и биологических особенностей возделываемых культур. Различают обработку луговой дернины и пласта многолетних трав, полей из-под зерновых и других стерневых культур сплошного сева, обработку полей после промежуточных посевов.

Обработку травяного пласта под озимые культуры начинают после первого или второго укоса трав измельчением дернины тяжелыми дисковыми боронами или фрезами за 30–35 сут до сева. Обработка иссушенного пласта многолетних трав в бездождевые периоды не обеспечивает хорошего разложения дернины, приводит к низкой всхожести высеянных семян, обуславливает плохую перезимовку озимых.

При возделывании яровых зерновых на торфяных почвах осенью проводят основную обработку, внесение и заделку удобрений, прикатывание. Последнее дискование и прикатывание выполняют с таким расчетом, чтобы поле до наступления зимы не успело зарости сорняками. Это дает возможность посеять культуры в оптимальные (ранние) сроки и обеспечить благоприятные условия для формирования урожая.

После картофеля под яровые культуры поле достаточно перепахать с одновременной подборкой клубней. Хорошо окультуренные почвы после картофеля и капусты под яровые зерновые и многолетние травы обрабатывают дисковыми орудиями, а слабоокультуренные – только плугами.

Обработка под поукосные (кормовая капуста, кормовая брюква, турнепс) и пожнивные культуры (озимый рапс, сурепица, редька масличная, смесь вики

и полюшки с овсом) заключается в фрезеровании или в дисковании, заделке удобрений, прикатывания до и после посева. Обработку проводят в течение 2–3 сут после уборки предшественника.

Обработка осушаемых минеральных почв состоит в сочетании вспашки, безотвального рыхления и поверхностных обработок.

Для улучшения состава, строения и свойств почвенного профиля, борьбы с сорняками и вредителями периодически (один раз в три-четыре года) рекомендуется мелиоративная обработка почв специальными орудиями – глубокое рыхление, плантажная, трехъярусная, безотвальная вспашка в сочетании с планировкой поверхности, внесением органических и минеральных удобрений, извести.

5.4 Виды сельскохозяйственного использования осушаемых земель, севообороты

Направление и характер сельскохозяйственного использования осушаемых земель устанавливаются до осушения, так как от этого зависят способы осушения. При выборе направления использования и состава культур необходимо учитывать особенности водного, теплового режимов осушаемых почв, их химические и физические свойства.

Мощные осушаемые торфяники (более 1 м) используют под пашню, при этом в севооборотах многолетние травы должны составлять до 50 % и более; на маломощных торфяниках создают кормовые угодья, в основном сенокосы.

На осушаемых торфяных почвах недопустимы чистые пары, создающие условия для потерь азота и других питательных веществ, а также для развития ветровой эрозии. На них нельзя многократно размещать пропашные культуры во избежание распыления верхнего слоя торфа, интенсивной его минерализации, засорения однолетними и многолетними сорняками и возбудителями болезней растений. На торфяных почвах целесообразно размещать менее теплолюбивые культуры с укороченным вегетационным периодом, более влаголюбивые и требовательные к обильному азотному питанию, кормовые, картофель, капусту, корнеплоды, травы.

На осушаемых минеральных почвах размещают полевые, кормовые и овощные севообороты (приложения Щ, Э). Последние применяют на землях, имеющих осушительно-увлажнительные системы. Осушаемые пойменные земли используют в основном в качестве кормовых угодий. Распашка их допустима только при малых скоростях течения талых вод (до 0,2 м/с) во избежание водной эрозии.

Удобрения на осушаемых землях

На осушаемых торфяных почвах, богатых азотом, вносят главным образом калийные и фосфорные удобрения. Их нормы должны соответствовать количеству доступного для растений азота, образующегося при минерализации торфа. В этом случае уменьшаются потери азота, происходящие в результате его вымывания дренажными водами, и загрязнение поверхностных вод нитратами.

На хорошо осушенных мощных торфяниках, как правило, нет надобности вносить под зерновые культуры азотные удобрения. Подкормка озимых и яровых

культур необходима в тех случаях, когда из-за сильного переувлажнения, вызванного атмосферными осадками, или похолодания, растения находятся в угнетенном состоянии. Подкормка многолетних злаковых трав второго и последующих лет пользования необходима в нормах от 30 до 90 кг/га под каждый укос или стравливание в зависимости от продуцирования азота торфяной почвой.

Азотная подкормка высокоэффективна на торфяных почвах при обеспечении их фосфором и калием. Чтобы получить дополнительную продукцию за счет внесения азота, на каждую 1 т сухого вещества трав необходимо 8 кг P_2O_5 и К. Если нормы калия более 120, азота более 60 кг/га, то их следует вносить дробно под укосы (стравливания). Всю норму фосфорных удобрений вносят под основную обработку. Примерные нормы фосфорных и калийных удобрений под планируемый урожай в зависимости от их содержания в почве приведены в приложениях Ц, Ш.

Сроки внесения фосфорных и калийных удобрений в основном зависят от условий водного режима торфяных почв. Минеральные удобрения лучше вносить незадолго до сева, но можно и заблаговременно (на незатапливаемых участках), например, под яровые культуры (ячмень, овес, зернобобовые) ранних сроков сева – осенью или в системе зяблевой обработки, а также под многолетние травы.

Эффективность удобрений повышается, если в начальной фазе развития растения хорошо обеспечены легкоусвояемым фосфором. Внесение гранулированного суперфосфата в дозе 10–20 кг действующего вещества на 1 га одновременно с посевом (с семенами) повышает урожай не менее чем на 10 %. Вносить суперфосфат рекомендуется на 2–3 см глубже заделки семян. Это обеспечивает более мощное развитие и рост растений, озимые зерновые лучше перезимовывают. Нормы внесения удобрений приведены в справочниках.

5.5 Эксплуатация гидромелиоративных систем

В задачи правильной эксплуатации систем входит поддержание всех элементов и устройств в исправном состоянии. Улучшение и переустройство систем, регулирование водного режима почвы.

Приемы регулирования водного режима почвы зависят от состояния влагозапасов и конструкции мелиоративной системы. На осушительных системах отвод избыточных вод может осуществляться поверхностным и внутрипочвенным способами. Для отвода избыточных поверхностных вод используют приемы ускорения поверхностного стока путем применения планировки поверхности, вспашки вдоль склона, выборочного устройства выводных борозд. Особо острая необходимость в ускорении поверхностного стока возникает в районах постоянного избытка атмосферных осадков на минеральных почвах тяжелого механического состава. На таких землях в дополнение к открытой регулирующей сети устраивают такие агро-мелиоративные мероприятия, как узкозагонная вспашка, профилирование и гребневание поверхности почвы, кротование с отводом воды из кротовин посредством выводных борозд, вспашка вдоль склона, проделка искусственных ложбин, выборочное бороздование.

В районах с периодическим переувлажнением и высыханием минеральных почв (особенно легких и средних (по гранулометрическому составу)), целесообразно применять агромелиоративные мероприятия, способствующие поглощению поверхностного стока и отводу его в более глубокие слои почвенного профиля. К таким мероприятиям относится глубокая вспашка, глубокое рыхление (в том числе с применением химмелиорантов), тупиковое кротование, щелевание почвы.

На участках, осушаемых дренажем для ускорения поверхностного стока следует проводить планировку, делать искусственные ложбины, поддерживать в исправном состоянии поглотительные колодцы.

При внутрипочвенном способе осушения вода фильтруется из почвы и поступает в дрены или каналы и потом сбрасывается в водоприемник. Для улучшения отвода избыточных вод применяются приемы ускорения внутрипочвенной фильтрации посредством рыхления на глубину 50–60 см и кротования почвы поперек направления дрен. В случае недостатка влаги проводится увлажнение подпочвенным способом или дождеванием. При подпочвенном способе подачи воды на увлажнение различают приемы предупредительные и увлажнительные. При предупредительном увлажнении (шлюзовании) ставится задача максимально использовать местный сток мелиорируемого участка. Для осуществления такого приема регулирования влажности щиты водоподпорных сооружений закрывают весной сразу после опускания уровней грунтовых вод на глубину 60–70 см от поверхности почвы. В дальнейшем нужно следить, чтобы не допускать подъем уровня вышеуказанного предела и обеспечивать постепенное опускание в соответствии с ростом корневой системы растений. Увлажнительные приемы регулирования применяют на осушительно-увлажнительных системах с забором воды из источника. Если во время увлажнительных мероприятий выпадают обильные осадки, то работу системы переводят в режим осушения, чтобы не вызвать подтопление корневой системы культур. Когда она разовьется полностью, то УГВ поддерживают на глубине нормы осушения. Увлажнение почвы путем инфильтрации воды из каналов и дрен дает большой эффект, если торф или иллювиальные суглинки на глубине закладки регулирующей сети подстилаются песками.

Орошение дождеванием применяют на участках, предназначенных под овощные, кормовые культуры, под сенокосы и пастбища. Приемы увлажнения зависят от вида дождевальной техники.

Уход за осушительной системой включает проведение работ и мероприятий, обеспечивающих ее работоспособное состояние и создание условий для высокопроизводительного использования мелиоративной площади. В состав мероприятий по уходу за каналами входит очистка от заиления, обвалов и оползней; удаление из водоприемников и каналов посторонних предметов, затрудняющих свободное течение воды; исправление и планировка откосов в местах, где появились разрушения; скашивание и удаление травяной и кустарниковой растительности со дна, откосов и берм каналов, защитных валов дорожных насыпей и кюветов; очистка от мусора и посторонних предметов водосбросных воронок.

При уходе за гидротехническими сооружениями проводят очистку от наносов отверстий мостов, труб-переездов, труб-регуляторов, шлюзов; очистку от заиления смотровых колодцев, дренажных устьев фильтров-поглотителей; осуществляют подготовку сооружений к пропуску паводков, консервацию сооружений на зимний период, заделку трещин и раковин в бетонных и железобетонных сооружениях, покраску металлических элементов для предохранения от коррозии, смазку трущихся деталей водорегулирующих сооружений.

На оросительных системах проводят подготовку сети и дождевальной техники к поливному сезону и зимнему периоду, проводят исправление повреждений, ремонт земляных дамб и дорог.

5.6 Природоохранные мероприятия

Природоохранные мероприятия на мелиоративных системах направлены на сохранение положительных качеств природной среды, плодородия почв, ландшафтов, земельных и водных ресурсов, фауны и флоры, сохранение мест обитания птиц, диких животных, зверей, памятников природы, истории и культуры. Проектируя мелиоративные мероприятия, необходимо уделить максимальное внимание сохранению окружающей среды и принять меры к наименьшему воздействию на экологическую обстановку. Эксплуатационные организации обязаны поддерживать в исправном состоянии все природоохранные сооружения и устройства на осушенных землях, предусмотренные проектом. При необходимости эксплуатационные организации обязаны дополнительно планировать, разрабатывать и осуществлять собственными силами природоохранные мероприятия на эксплуатируемых системах за счет средств заказчика. Природоохранные мероприятия должны отвечать действующему законодательству и нормативным документам. Природоохранные мероприятия, применяемые при эксплуатации мелиоративных систем, разделяют на агротехнические, гидротехнические и организационные.

К основным мерам природоохранных мероприятий относят:

1. Сохранение пахотного гумусового горизонта почвы. Для этого необходимо планировать удаление слоя почвы по трассам будущих каналов, котлованов, и в местах засыпки понижений и срезки бугров. Для охраны торфа требуется предусмотреть противопожарные меры, выращивание трав, поддерживать минимальные нормы осушения.

2. Предотвращение загрязнения водоприемников сточными водами, заиления с помощью водооборотных систем или специальных отстойников.

3. Проектировка полезащитных лесных полос, экологических коридоров. Леса, а также отдельно стоящие деревья, связывающие отдельные лесные массивы, другие места обитания животных и птиц, оставляют в естественном состоянии.

4. Предотвращение ветровой и водной эрозии. *Эрозия* (от лат. erosio – разъедание) – разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром, включающее в себя отрыв и вынос обломков материала и сопровождающееся их отложением. *Эрозия почвы* – разрушение и снос верхних

наиболее плодородных горизонтов почвы в результате действия воды и ветра. По скорости развития эрозию делят на *нормальную* и *ускоренную*. **Нормальная эрозия** имеет место всегда при наличии сколько-либо выраженного стока, протекает медленнее почвообразования и не приводит к каким-либо изменениям уровня и формы земной поверхности. **Ускоренная эрозия** идет быстрее почвообразования, приводит к деградации почв и сопровождается заметным изменением рельефа. По причинам выделяют естественную и антропогенную эрозию.

Ветровая эрозия (дефляция) – это разрушающее действие ветра: развевание песков, лессов, вспаханных почв, возбуждение пыльных бурь, шлифовка скал, камней, строений, механизмов несомыми твердыми частицами, поднятыми силой ветра. Разделяется на два типа: 1) повседневная; 2) пыльные бури.

Ветровая эрозия – одно из наиболее значимых факторов, отрицательно влияющих на качество полей. Самыми незащищенными в этом плане являются гладкие, рыхлые, с мелкими гранулами почвы. Пожнивные остатки – самый простой и надежный способ снижения ветровой эрозии. Растительный материал улавливает движущиеся частицы почвы и ограничивает их лавинообразный эффект. Минимальная технология обработки почвы, при которой на поверхности остаются пожнивные остатки, снижает ветровую эрозию и предотвращает измельчение почвы до пылеобразного состояния. Гребни высотой 10, 16–20, 32 см наиболее эффективны для защиты почвы. При берегающем земледелии для минимизации ветровой эрозии на почве должно находиться адекватное количество растительных остатков.

Водная эрозия. Развитие современной водной эрозии почв на сельскохозяйственных угодьях обуславливается нарушением устойчивого водного режима в процессе эксплуатации земли. Устранить условия, способствующие проявлению эрозии почв, можно путем ослабления концентрации водных потоков и замедления поверхностного стока путем увеличения поглотительной и инфильтрационной способности почвы, задержания осадков на месте выпадения, отвода или безопасного сброса необходимого количества воды в гидрографическую сеть.

Для успешной борьбы с водной эрозией почв на землях, занятых в сельскохозяйственном производстве, необходима комплексная система мероприятий, позволяющих использовать воды поверхностного стока для увлажнения полей и прекращения развития эрозионных процессов. Эффективная защита почв от водной эрозии возможна при плановом и систематическом внедрении комплекса противоэрозионных мероприятий, разработанного с учетом конкретных природно-экономических условий каждого района или хозяйства.

Важнейшие элементы системы мероприятий по защите почв от водной эрозии:

- 1) правильная организация территории, создающая предпосылки для эффективного применения средств борьбы с эрозией;
- 2) противоэрозионная агротехника, обеспечивающая повседневную защиту почв и повышение их плодородия;
- 3) лесомелиоративные мероприятия по борьбе с эрозией почв;
- 4) гидротехнические сооружения, предотвращающие размыв почвы.

5. Выбор технологических схем культуртехнических мероприятий

должен проводиться исходя из наименьшего нанесения ущерба почве и растительности.

При проектировании оросительных дождевальных систем основными факторами, вызывающими разрушение почвы и снижение ее плодородия, являются: уплотнение почвы и уменьшение ее впитывающей способности (особенно пастбищ), неравномерность полива и образование поверхностного стока, сопровождающихся смывом почвенных частиц и эрозией, разрушение почвенной структуры и снижение плодородия по трассам напорных трубопроводов и при планировке поверхности участка.

В связи с этим необходимо соблюдать допустимую поливную норму, при которой на поверхности почвы не образуются лужи и сток, а также не нарушается структура почвы. Если это условие не выполняется, то можно предусмотреть одно из следующих мероприятий: применение различных агротехнических и агромелиоративных мероприятий по увеличению впитывающей способности почв (рыхление, щелевание, штифтование, устройство прерывистых борозд, система обработки почвы и т.д.), внесение поливной нормы в несколько приемов. Необходимо предусмотреть также восстановление плодородия почв по всем трассам напорных трубопроводов и на участках планировки.

В состав агротехнических мероприятий входят:

- применение прогрессивных приемов обработки почвы, своевременное и умеренное внесение доз минеральных удобрений, рациональное использование торфяных почв в севооборотах;
- посев многолетних трав и других культур, способствующих закреплению верхнего слоя почвы;
- создание условий, уменьшающих минерализацию торфа и под держание в торфяном слое положительного баланса органического вещества;
- предотвращение выхода на поверхность подпочвенных малопродуктивных горизонтов, способствующих развитию эрозионных процессов.

В состав гидротехнических мероприятий входят:

- устройство водоохраных зон и полос вдоль водоприемников, каналов, водохранилищ и прудов, устраняющих попадание загрязненных поверхностных вод в водоисточники;
- устройство постоянных и временных отстойников на мелиоративных системах;
- применение биологических методов очистки и аэрирование воды;
- сохранение и пропуск гарантированного (санитарного) расхода на зарегулированных водоисточниках;
- технически грамотное управление мелиоративными системами двустороннего действия и водооборотными системами.

В состав организационных мероприятий входят:

- организация контроля за качеством вод и своевременным проведением и соблюдением правильного выполнения природоохранных мероприятий на мелиоративных системах;

- своевременное внесение предложений по изменению принятых решений, влияющих на охрану земельных и водных ресурсов.

При использовании водоисточника для питьевого водоснабжения в его бассейне дополнительно создают зону санитарной охраны с особым режимом, предотвращающим ухудшение качества воды в водоисточнике. Отводимые с осушенных земель поверхностные и дренажные воды не должны содержать загрязненных веществ больше предельно допустимых концентраций. На осушительно-увлажнительных системах должны приниматься меры к соблюдению режима увлажнения, не допуская проникновения сточных вод и смыкание их с грунтовыми водами. Участки использования сточных вод, животноводческие постройки и места хранения навоза и стоков должны иметь ветроломные и ветрозащитные лесные полосы. На мелиоративных системах необходимо осуществлять надзора лесозащитными полосами, расположенными вдоль каналов и дорог, посадками вокруг насосных станций, гидротехнических сооружений, рядом с дамбами обвалования, реками-водоприемниками, по берегам прудов и водохранилищ. Эксплуатационные организации проводят по договорам с заказчиками работы по восстановлению состава древесных пород, прочистке лесных полос, окашиванию земельных участков на лесных полосах.

В процессе эксплуатации мелиоративных систем необходимо постоянно проводить противоэрозийные мероприятия, включающие дополнительное насаждение лесных полос, увлажнение земель в засушливые периоды, закрепление участков, подвергаемых водной и ветровой эрозии и др. Эрозийные проявления на откосах каналов, плотинах, дамбах должны ликвидироваться при проведении уходных работ и текущего ремонта.

Для предотвращения загрязнения грунтовых вод на осушенных землях эксплуатационные организации должны осуществлять контроль за правильным хранением и внесением удобрений и пестицидов на полях. Недопустимо внесение удобрений и пестицидов сельскохозяйственной авиацией на полях, примыкающих к водоемам и рекам-водоприемникам, если снос распыляемого облака ветром авиацией может привести к гибели молодых посадок деревьев и лесных полос. При загрязнении вод на мелиорированных землях эксплуатационные организации обязаны принять меры к прекращению загрязнения через местные органы власти. В заповедниках, расположенных в границах мелиоративных систем, эксплуатационные организации должны содействовать сохранению условий, рекомендованных для выживания и сохранения мест обитания представителей флоры и фауны. В необходимых случаях следует выходить с предложениями в местные Советы и другие государственные органы по ограничению хозяйственной деятельности вблизи водных объектов, в прибрежных лесных посадках и массивах. Ценные водные и околотовные животные, причиняющие повреждения системам (бобры, ондатры), подлежат переселению в другие места по согласованию со службой охраны природы. Под надзором эксплуатационных организаций должны находиться базы ГСМ, склады материалов, гаражи и другие объекты, способные загрязнять водотоки и водоемы, являющиеся элементами мелиоративных систем. Эксплуатационные организации должны поощрять деятельность своих работников, направленную на сохранение и умно-

жение привлекательных ландшафтов, мест отдыха, заботливое отношение к флоре и фауне, дисциплинированное поведение на объектах с торфяными почвами, на бережное отношение ко всем элементам природы. Эксплуатационные организации проводят природоохранные мероприятия на мелиоративных системах в плановом порядке. При этом оплата выполняемых работ на межхозяйственной сети и водохозяйственных сооружениях осуществляется за счет госбюджета, а на внутрихозяйственных системах – за счет хозяйств-землепользователей по договорам с ними.

5.7 Особенности проведения мелиорации в Калининградской области

В Калининградской области мелиорировано практически 97 % сельскохозяйственных угодий систематическим, выборочным дренажем, открытой сетью каналов довоенной и современной постройки. Мелиорированные земли сельскохозяйственного назначения в области занимают 32 % от общей площади мелиорированных угодий в Северо-Западном федеральном округе и составляют 596,5 тыс. га, в том числе осушенные – 594,7 тыс. га.

В оперативном управлении ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз» находится недвижимое имущество федеральной собственности, включающее 92 электрифицированные насосные станции, 1 359 км отрегулированных водоприемников, 5 004 км магистральных каналов, 682 км дамб обвалования, 4 634 шт. сооружений на водоприемниках, 344 моста, 132 км эксплуатационных дорог и 28 км ЛЭП. Износ основных фондов федеральной собственности составляет более 75 %.

По данным Департамента мелиорации Минсельхоза Калининградской области 2021 года, осушенных сельхозугодий в хозяйствах Калининградской области хорошее мелиоративное состояние имеют только 41 020 га, удовлетворительное – 369 359 га, неудовлетворительное состояние – 183 430 га или 31 % от общей площади сельскохозяйственных угодий.

Причины неисправной мелиоративной сети может приводить к гибели сельскохозяйственных культур.

В комплексе природных условий Калининградской области можно выделить три основных типа и характерные для них виды осушительных систем:

1. Участки, имеющие атмосферный тип водного питания, сложенные легкими минеральными почвами различной степени окультуренности, не требующие осушения.

2. Участки, имеющие атмосферный тип водного питания, сложенные тяжелыми минеральными почвами, с разнообразным рельефом и степенью окультуренности, переувлажнение носит поверхностный характер. Виды осушения – самотечные системы с регулирующей сетью, преимущественно в виде закрытого систематического и выборочного дренажа, в сочетании с комплексом мероприятий по организации поверхностного стока.

3. Участки, имеющие смешанный тип водного питания, сложенные легкими и средними минеральными и торфяными почвами с высокой окультуренностью и низинным рельефом, расположенные в поймах рек и на побережье за-

ливов, такие участки требуют осушения с машинным водоподъемом. Для этого типа характерны польдерные осушительные системы с преимущественно открытой регулирующей сетью.

Рекомендуется следующий состав работ по восстановлению работоспособности существующей мелиоративной сети:

1. При атмосферном типе водного питания; почвы – дерново-подзолистые, глееватые, в понижениях – глеевые, супесчаные легко- и средне-суглинистые, средне- и высококультуренные; развитый рельеф с выраженным микрорельефом. Локальный тип переувлажнения. Планируемое сельскохозяйственное использование: полевой, кормовой севооборот, культурные пастбища.

Осушительная система состоит из открытых проводящих каналов и закрытого систематического дренажа с сооружениями для отвода поверхностных вод из понижений рельефа. Заиление проводящей сети, частичное или полное заиление дренажа, повреждение и заиление сооружений для сброса поверхностных вод.

Причины переувлажнения: поверхностное переувлажнение в связи с недостаточной водоприемной и водоотводящей способностью дренажа и проводящей сети, неудовлетворительная организация поверхностного стока, замедленный отвод почвенных вод типа «верховодка».

Работы по восстановлению:

- регулирование водоприемника и очистка от заиления открытой проводящей сети, устройство крепления откосов каналов, ремонт существующих и устройство дополнительных сооружений на проводящей сети;

- промывка дрен от заиления и устранение повреждений (локально);

- при недостаточной проницаемости и водоприемной способности дренажных трубопроводов – локальная перекладка дренажных трубопроводов или замена дренажной засыпки (локально);

- ремонт существующих и устройство дополнительных сооружений для сбора и сброса поверхностных вод (преимущественно – раскрытие понижений и микропонижений ложбинами и выводными бороздами, устройство поглощательных колодцев открытого и закрытого типов).

2. При равномерном типе переувлажнений к изложенному ранее необходимо дополнить:

- перекладка дренажа;

- устройство кротового дренажа глубиной 0,5 м через 2 м перпендикулярно трассам дрен, повторяемость операции кротования через два года;

- организация поверхностного стока агро-мелиоративными мероприятиями: при уклонах менее 0,002 – профилирование поверхности, при уклонах более 0,002 – узкозагонная вспашка; для осушения микропонижений глубиной менее 0,4 м – нарезка выводных борозд.

При использовании под овощной севооборот применяют гребневание и грядование.

3. Тип водного питания – грунтовый безнапорный; почвы – аллювиальные и торфяноболотные; рельеф – плоский со слабовыраженным микрорельефом. Тип переувлажнения – равномерный. Планируемое использова-

ние: полевой, кормовой, овощной севообороты, культурные пастбища. Вид осушительной системы: система польдерного типа с открытой проводящей и регулирующей сетью в виде системы открытых каналов, устроенных через 80–120 м. Причины переувлажнения: подтопление высоким уровнем грунтовых вод (УГВ) из-за недостаточной водоотводящей способности проводящей и регулирующей сети.

Работы по восстановлению:

- реконструкция насосных станций и защитных дамб;
- очистка от заиления проводящей сети, крепление откосов каналов, очистка существующих и устройство дополнительных сооружений на открытой проводящей сети;
- выборочная очистка от заиления открытых регулирующих каналов, отстоящих на 160–240 м;
- переустройство неочищаемых каналов открытой регулирующей сети в ложбины;
- устройство систем, разреженных до 30–40 м малоуклонных дрен диаметром 100 мм;
- культуртехнические работы: глубокое рыхление до 0,6 м, перпендикулярно трассам дрен;
- окультуривание почв.

Оптимальные условия влагообеспеченности создаются в условиях, когда средняя по корнеобитаемому слою почвы влажность в % от НВ изменяется в определенных пределах (таблица 9).

Таблица 9 – Оптимальная влажность корнеобитаемого слоя почвы, % НВ

Культура	Влажность, % НВ	Сроки отвода поверхностных вод, сут	Сроки отвода «верховодки», сут
Зерновые	60-65	Озимые – 22-27 яровые – 25-30	0,6-2,0
Кормовые и овощные	65-70 75-80	28-35	0,75-1,5
Многолетние травы	65-70	28-35 (в предпосевной период)	1,0-1,5-3,0 (в вегетационный период)

Водный режим осушенных земель характеризуется тремя основными критериями:

- продолжительностью стояния поверхностных вод (ПСПВ);
- глубиной стояния грунтовых вод (УГВ);
- продолжительностью подтопления пахотного слоя почвенно-грунтовыми водами типа «верховодка» (УПГВ) (Информация предоставлена Калининградским гидрогеолого-мелиоративным и научным центром).

Воздействовать на избыток влаги в почве следует по рекомендациям, приведенным в таблице 10.

Таблица 10 – Критерий оценки водного режима осушенных земель в зависимости от типов водного питания

Тип водного питания	Краткая характеристика питания переувлажнения	Реконструируемый критерий
Атмосферный	Избыток влаги формируется на участках сложенных слабоводопроницаемыми почвами при малоуклонном рельефе, переувлажнение носит поверхностный характер	ПСПВ
Грунтовый и грунтово-напорный	Высокое стояние УГВ или выход их на поверхность	УГВ ПСПВ
Делювиальный	Избыток влаги наблюдается в понижениях рельефа из-за стока поверхностных вод переувлажнения локальное	ПСПВ УПГВ
Аллювиальный	Избыток влаги формируется из-за разлива рек, во время паводка	ПСПВ УПГВ

Степень увлажнения почвы напрямую связана с уровнем расположения (уровнем стояния) грунтовых вод при любом типе водного питания. Для условий Калининградской области (по данным КГМ и НЦ) оптимальные уровни стояния грунтовых вод для различных сельскохозяйственных культур приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Оптимальные УГВ для развития некоторых сельскохозяйственных культур, м

Культура	Предпосевной период		Начало вегетации		Конец вегетации	
	минеральные почвы	торфяные почвы	минеральные почвы	торфяные почвы	минеральные почвы	торфяные почвы
Зерновые	0,3 - 0,4	0,4 - 0,5	0,7	0,8	0,8	0,9
Овощи, корнеплоды	0,3 - 0,4	0,5 - 0,6	0,8	0,9	1,0	1,2
Многолетние травы	0,3 - 0,4	0,4 - 0,5	0,6	0,7	0,7	0,8

6 РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Рекультивация (от лат. – re – приставка, обозначающая возобновление или повторность действия и лат. cultivo – обрабатываю, возделываю) – восстановление территорий, нарушенных хозяйственной деятельностью человека; как правило, включает в себя восстановление почв, растительности и ландшафта.

6.1 Этапы рекультивации

Рекультивация обычно включает два основных этапа:

- *техническая рекультивация* – этап рекультивации земель, на протяжении которого осуществляется их подготовка к последующему целевому использованию различными отраслями;

- *биологическая рекультивация* – этап, включающий осуществление агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление плодородия нарушенных земель.

К технической рекультивации обычно относятся: планировка поверхности земель; формирование откосов; снятие, транспортирование и нанесение почв и плодородных пород, при необходимости коренная их мелиорация; строительство дорог и возведение специальных гидротехнических сооружений и т.п.

Различают *рекультивацию земель и рекультивацию ландшафтов*.

Рекультивация земель – комплекс работ, осуществление которых позволит восстановить продуктивность и ценность ранее нарушенных земель, а также улучшение условий окружающей среды в интересах общества.

Рекультивация ландшафтов – комплекс мероприятий, направленных на восстановление хозяйственной, медико-биологической и эстетической ценности нарушенного ландшафта. В процессе рекультивации на ее техническом этапе специально создается верхний слой почвы, который имеет характеристики весьма благоприятные для последующего осуществления биологической рекультивации. Такой слой носит название рекультивационного слоя.

Под **рекультивационным слоем** принято понимать земли, которые первоначально были нарушены в результате антропогенной деятельности, а затем восстановлены таким образом, что все показатели их продуктивности, плодородия и хозяйственной ценности достигли прежних значений, а условия окружающей среды оказались улучшенными. Рекультивация почв включает в себя восстановление почвенного покрова на землях, на которых велась разработка полезных ископаемых открытыми способами, проводились строительные работы, временно складировались промышленные отходы, был нарушен какими-либо иными действиями естественный почвенный покров. Осуществлению рекультивации почв обычно предшествует планировка (тщательное выравнивание) поверхности участка. После этого на последний наносится слой мелкоземистой массы почвы, лесса или аллювиального материала; на этот слой вносят компосты, органические и минеральные удобрения. Следом участок засеивается

сельскохозяйственными культурами-освоителями (люпином, клевером, ячменем, суданской травой, люцерной и т.п.). Основным материалом для осуществления рекультивации почв служат предварительно срезанный до начала выполнения строительных или вскрышных работ и отдельно складированный гумусовый или аллювиальный лессовый покров либо почвенные массы, привезенные с другого участка. Следует учитывать, что почвы, содержащие токсичные для растений продукты, кислые или щелочные, а также почвы, имеющие неблагоприятные физические свойства, являются непригодными для рекультивации.

Рекультивация земель – составная часть природообустройства, заключается в восстановлении свойств компонентов природы и самих компонентов, нарушенных человеком или загрязненных в процессе природопользования, функционирования техноприродных систем и другой антропогенной деятельности, для последующего их использования и улучшения экологического состояния окружающей среды. Мировой опыт по рекультивации земель насчитывает более 80 лет. Первые работы в этой области были проведены в 1926 году на участках, нарушенных горными работами (США, штат Индиана). В СССР рекультивацию начали проводить с 1959 года в Эстонии при добыче сланцев, в России – при добыче бурого угля и на Украине – при добыче железных руд. Объектами рекультивации являются нарушенные земли – это территории, на которых нарушены, разрушены или полностью уничтожены компоненты природы: растительный и почвенный покров, грунты, подземные воды, местная гидрографическая сеть (ручьи, родники, малые реки, озера и т.д.), изменен рельеф местности.

К нарушенным землям относятся также загрязненные земли, т.е. земли, на которых в компонентах природы произошло увеличение содержания веществ, вызывающих негативные токсико-экологические последствия для биоты.

В зависимости от антропогенных воздействий нарушенные земли образуются:

- при добыче торфа (фрезерные поля, карьеры гидроторфа, машиноформовочные карьеры);
- добыче нерудных строительных материалов (карьеры песка, глины, песчано-гравийных материалов);
- производстве открытых горных работ (карьерные выемки, внутренние и внешние отвалы);
- производстве подземных разработок (провалы, прогибы, шахтные отвалы – терриконы);
- функционировании урбанизированных территорий (золоотвалы, шлакоотвалы, шламонакопители, свалки твердых бытовых отходов – ТБО и др.);
- проведении разведочных и изыскательских работ (участки земель с нарушенным растительным и почвенным покровом, а также участки земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами);
- выполнении строительных и эксплуатационных работ (участки земель с частично или полностью нарушенным растительным и почвенным покровом,

территории земель, подвергающиеся подтоплению, затоплению и эрозионным процессам, а также насыпи, кавальеры, отвалы, гидроотвалы и др.);

- технологических процессах в ходе получения материалов, веществ, электрической энергии (земли, загрязненные аэрозолями и пылевыми выбросами, органическими и неорганическими веществами, радиоактивными элементами);

- сельскохозяйственном производстве (земли, загрязненные остаточным количеством пестицидов, дефолиантов, сточными водами и удобрениями, а также засоленные, эрозионные и малопродуктивные земли);

- военных действиях, производстве оружия и его основ (земли, загрязненные радиоактивными, отравляющими, токсичными органическими и неорганическими веществами, опасными бактериологическими компонентами).

При подборе видового состава растений для восстановления нарушенных земель необходимо учитывать опыт природного восстановления. Поэтому рекультивацию следует начинать с изучения опыта природной эволюции нарушенных земель, чтобы найти наиболее эффективные способы оптимизации измененных геосистем с целью превращения их в культурные ландшафты.

Рекультивация нарушенных земель заключается:

- в анализе эволюции нарушенных земель с целью изучения природной трансформации компонентов в измененных геосистемах и разработки способов управления геологическими и биологическими процессами в рекультивационный период;

- анализе природных, технологических и социально-экономических условий для обоснования направления использования нарушенных земель;

- разработке способов рекультивации по отдельным видам нарушенных земель, создании специальных инженерно-экологических систем по оптимизации функционирования техноприродных геосистем.

Комплекс рекультивационных работ представляет собой сложную многокомпонентную систему взаимоувязанных мероприятий, структурированных по уровню решаемых задач и технологическому исполнению.

Выделяют следующие этапы рекультивации:

- подготовительный (проведение инвестиционного обоснования мероприятий по рекультивации нарушенных земель – разработка рабочей документации);

- технический (инженерно-техническая часть проекта, направленная на восстановление или создание новой поверхности нарушенных земель, очистку от загрязняющих веществ, восстановление почвенного покрова и подготовку к биологической рекультивации);

- биологический – завершающий этап проекта рекультивации (озеленение, лесное строительство, биологическая доочистка почв, агромелиоративные и фиторекультивационные мероприятия, направленные на восстановление процессов почвообразования).

Рабочий проект – это регламентированный нормативами комплект проектно-сметной документации, по которой проводят работы технического и биологического этапов рекультивации нарушенных земель.

Технические мероприятия по рекультивации нарушенных земель подразделяют на:

- проектные – создание новых проектных поверхностей и форм рельефа: профилирование, террасирование, вертикальная планировка, удаление ненужной древесно-кустарниковой растительности, пней, камней, разделка кочек и т.д.;

- структурные – изменение состава и структуры рекультивационного слоя (землевание, торфование, кольматаж, создание экранов);

- химические: известкование, гипсование, кислование, внесение сорбентов, органических и минеральных удобрений;

- водные (гидротехнические): осушение, орошение, регулирование сроков затопления поверхностными водами;

- теплотехнические: мульчирование, грядование, обогрев, применение утеплителей.

Основные задачи биологической рекультивации – возобновление процесса почвообразования, повышение самоочищающей способности почвы и воспроизводство биоценозов. С помощью биологической рекультивации удается ликвидировать ущерб, нанесенный ландшафту, или предотвратить его; создать условия для поддержания экологической устойчивости ландшафта; закончить формирование культурного ландшафта.

6.2 Рекультивация выработанных торфяников

Торфяное месторождение – это заболоченная территория с мощным торфяным слоем, разработка которого возможна только в условиях осушения. Способы добычи торфа: фрезерный, экскаваторный, гидравлический, ручной.

Наибольшее распространение имеет фрезерный способ, при котором месторождение разрабатывают послойно с помощью фрезы, реже применяют экскаваторный способ. После фрезерной добычи остаются карты шириной около 500 м и длиной до 3 км, что соответствует расстоянию между валовыми каналами и их длине. Поверхность этих карт ровная, превышения над общей поверхностью карт наблюдаются в местах складирования торфа вдоль валовых каналов (открытых коллекторов) от 0,5 до 2 м и вдоль картовых (осушительных) каналов на 0,2–0,3 м. Мощность оставшегося слоя торфа после фрезерования должна быть не менее 1 м, в то же время, вопреки существующим требованиям, встречаются участки с обнаженным минеральным дном. Площади торфяных болот, недавно вышедших из разработок, имеют редкую растительность, на полях давней выработки сформировался многоярусный растительный покров с кустарником и мелколесьем. Устойчивый растительный покров с многолетниками в основном приурочен к бровкам каналов, местам складирования торфа и к участкам с благоприятным водным режимом. Из всех элементов осушительной сети в удовлетворительном состоянии остаются лишь транспортирующие каналы, регулирующая сеть разрушена полностью.

При экскаваторной разработке остаются траншейные карьеры глубиной 0,5–0,4, шириной от 4 до 10 м, длиной до 2 км. Эти траншеи ограничены про-

дольными и поперечными перемычками, заполнены водой. Ширина перемычек составляет 0,5–4 м. На перемычках лежат пни и остатки погребенной древесины. Давние карьеры покрыты многоярусной растительностью. Направление использования выработанных торфяников после рекультивации зависит от рельефа и мощности оставшегося слоя торфа. Использование отработанного месторождения выбирают, основываясь прежде всего на эколого-экономической целесообразности проведения рекультивации, причем в равных условиях предпочтение отдают сельскохозяйственному производству как наиболее эффективному способу возврата инвестиций.

Работы по технической рекультивации выработанных торфяников:

- предварительное мелиоративное обустройство, включающее предварительное осушение и выравнивание поверхности выработанного месторождения;
- строительство новой или реконструкция существующей осушительной сети;
- культуртехнические работы с набором различных структурных и проектных способов (планировки, известкования, землевания и т.д.).

Предварительное мелиоративное обустройство территории – это прежде всего мероприятия, относящиеся к карьерам экскаваторной добычи, поскольку вышедшие после фрезерной разработки торфяные поля ровные и не имеют глубоких выемок. Предварительное обустройство включает строительство временной водоотводной сети для сброса воды из замкнутых траншейных выемок и выравнивание поверхности карьера для ликвидации перемычек. При проектировании мелиоративной сети на выработанных торфяниках стараются использовать отдельные элементы или части существующих сооружений, находящихся в удовлетворительном состоянии. Линии и насыпи железных узкоколейных дорог, предназначенных для вывоза торфа, разбирают. На фрезерных полях проводящую и ограждающую сеть, работающую исправно, реконструируют для последующего использования. Все разрушенные картовые каналы и непригодные к эксплуатации проводящие каналы засыпают грунтом из кавальеров и подштабельных полос (мест складирования торфа). Для регулирования водного режима и снижения опасности возникновения пожаров на осушаемых торфяниках проектируют увлажнение с помощью шлюзования или дождевания.

Культуртехнические работы проводят по типовым схемам, в которые можно включать известкование и землевание торфяных почв.

Биологическая рекультивация выработанных торфяников при использовании земель в сельскохозяйственных целях направлена на активизацию микробиологических процессов и регулирование скорости минерализации органического вещества. Для этого применяют совершенную агротехнику и сбалансированное органическое и минеральное питание. Продолжительность биологической рекультивации зависит от мощности и свойств оставшегося после разработки слоя торфа, а также от продуктивности выращиваемых культур.

Ориентировочно этот период составляет один год для низинных болот с высокой степенью разложения торфа и мощностью более 0,5 м; два года – мощностью 0,3–0,5 м; три года – со слабой степенью разложения; три года – для верховых и переходных болот. В качестве предварительных культур ис-

пользуют однолетние травы на зеленые удобрения, семена, зеленый корм, сено и травяную муку. Наибольшей эффективности в период биологической рекультивации достигают при выращивании культур в следующем порядке:

- первый год: травосмесь – викоовсяная, горохоовсяная, люпино-овсяная;
- второй год: люпин на зеленый корм, ячмень на зерно, райграс однолетний на зеленый корм, овес на зеленый корм, рожь + вика озимая на зеленый корм;
- третий год: зерновые яровые (овес, ячмень) на зерно, рожь озимая на зерно, люпин на зеленый корм.

При выборе культур следует учитывать, что озимые выращивают только на незатопляемых в половодье участках. Способ обработки торфяной почвы зависит от засоренности остатками древесно-кустарниковой растительности и мощности оставшегося слоя торфа. Последний год биологической рекультивации заканчивают планировкой торфяной поверхности.

Лесохозяйственную рекультивацию проводят также после проведения мелиоративного обустройства территории и создания условий для выращивания лесных культур. При лесоразведении используют районированные породы деревьев, пионерные культуры предварительно не высаживают. Затопленные карьеры можно использовать для регулирования поверхностного стока, в качестве источников орошения, рыбоводных предприятий, зон отдыха, звероводческих хозяйств и охотничьих угодий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Виноградова, Л. И. Основы мелиорации земель: учеб. пособие / Л. И. Виноградова, Г. Н. Долматов. – Красноярск: КрасГАУ, 2021. – 166 с.
2. Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв: учебник / Ф. Р. Зайдельман. – Москва: Изд-во МГУ, 2003. – 448 с.
3. Голованов, А. И. Мелиорация земель / А. И. Голованов, И. П. Айдаров, М. С. Григоров. – Москва: КолосС, 2011. – 824 с.
4. Равовой, П. У. Эксплуатация мелиоративных и водохозяйственных систем: учеб. пособие для студентов вузов / П. У. Равовой, Т. П. Иванова. – Горки: БГСХА, 2004. – 310 с.
5. Калинина, Е. А. Мелиорация: учеб. пособие / Е. А. Калинина. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. – 95 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные водно-физические свойства осушаемых почв

Почва	Объемная масса, г/см ³	Пористость, %	Полная влагоемкость, % объема	Высота капиллярного, см	Коэффициент фильтрации, м/сут	Водоотдача, %
Торф верховой	0,08-0,13	90-95	65-70	65-70	0,0 - 0,n*	2-10
Торф низинный	0,20-0,30	80-90	55-60	60-90	0,0n-n	8-14
Песок мелкозернистый	1,6-1,7	35-40	12-18	10-20	0,0n-n	10-20
Супесь	1,4-1,6	40-45	15-50	40-60	0,0n	6-15
Суглинок	1,4-1,5	45-50	25-30	100-150	0,00n-n	1-6
Глина	1,5-1,8	35-45	30-35	200-300	0,00n - 0,0n	0,007-0,05

* n – любая значащая цифра от 1 до 9.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Продолжительность вегетации сельскохозяйственных культур

Группа культур	Культура	Период вегетации, дни
I	Зернобобовые, капуста ранняя, картофель ранний	80-90
II	Картофель поздний, капуста средняя, кукуруза на силос	100-110
III	Капуста поздняя, морковь, свекла, многолетние травы первого года пользования	120-130
IV	Травы второго и третьего годов пользования	130-140

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Нормы осушения торфяно-болотных и минеральных почв (см)

Культура	В предпосевной период		Оптимальная норма за вегетационный период		
	минеральные почвы	торфяные почвы	торфяные мелкозалежные почвы	торфяные глубокозалежные почвы	песчаные, супесчаные почвы
Зерновые	40-50	50-60	80-90	110-120	70-80
Пропашные, овощные	50-60	60-70	90-100	120-130	80-90
Луговые травы	30-40	40-50	70-80	80-100	60-70
Пастбищные травы	40-50	50-60	70-80	85-100	70-75

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**Оптимальная влажность почвы в % от полной влагоемкости
(А. И. Безменов, 1974)**

Культура	Оптимальная влажность, %
Яровые зерновые	40-50
Зерновые бобовые	50-60
Картофель, сахарная свекла, кукуруза на силос	60-65
Томаты	50-60
Огурцы	75-80
Редис, лук репчатый	70-75
Многолетние травы	80-100

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Водные свойства (% от объема почвы) основных почвенных разностей

Водные свойства	Горизонт, см									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
	Супесчаные почвы									
Пористость	68,0	67,6	34,0	33,5	26,2	26,0	31,0	31,0	30,2	36,9
Влажность завядания	18,8	24,0	50,2	5,6	6,4	6,2	6,0	6,6	7,2	6,8
Наименьшая влагоемкость	55,0	55,0	20,0	20,0	20,0	19,0	15,0	20,0	20,0	20,0
Легкосуглинистые почвы										
Пористость	50,8	50,6	49,6	56,0	60,0	60,0	47,0	64,0	50,0	51,4
Влажность завядания	22,6	20,6	20,6	34,6	26,0	20,0	20,0	20,0	24,6	24,6
Наименьшая влагоемкость	40,0	40,0	30,0	43,0	37,0	47,0	33,0	50,0	38,0	38,5
Среднесуглинистые почвы										
Пористость	60,0	56,0	59,0	76,5	66,0	66,0	60,0	64,0	64,0	64,0
Влажность завядания	32,0	30,8	30,8	23,3	31,0	28,0	22,4	22,4	25,4	25,4
Наименьшая влагоемкость	46,0	44,0	46,0	64,0	53,0	53,0	46,0	50,0	50,0	50,0
Торфяные почвы										
Пористость	83,4	83,3	79,9	82,3	80,3	78,0	73,4	84,5	85,5	96,0
Влажность завядания	37,0	40,8	38,0	26,8	26,0	24,8	21,2	22,4	21,2	23,4
Наименьшая влагоемкость	71,4	71,2	64,0	65,0	62,2	66,0	60,6	70,0	71,0	73,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Максимальная расчетная глубина корнеобитаемого слоя почвы

Культура	Почва	
	Торфяная	Минеральная
Зерновые	40-50	50-70
Подсолнечник, кукуруза	60	80
Свекла сахарная и кормовая	50	80
Капуста	60	80
Картофель поздний	60	65
Многолетние травы	30-40	40-50

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Средние значения пористости и высоты капиллярного поднятия

Почвогрунт	Пористость, % объема	Активная капиллярная зона, м	Максимальная высота капиллярного поднятия, м	Коэффициент фильтрации, м/сут
Глина тяжелая	55-65	0,6-0,8	3-4	0,03-0,005
Глина средняя	45-60	0,5-0,6	2-3	0,05-0,1
Суглинок тяжелый	45-55	0,5-0,6	1,5-3	0,05-0,5
Суглинок средний	40-52	0,4-0,6	1,3-2	0,1-0,8
Суглинок легкий	38-50	0,4-0,6	1,2-2	0,5-1,0
Супесь	30-48	0,3-0,5	1-1,2	1-2
Песок чистый	30-48	0,1-0,2	0,2-0,4	1-8
Песок глинистый	32-40	0,4-0,6	1-1,2	0,1-1
Торф с малой степенью разложения	69-90	0,2-0,4	0,3-0,6	1-5
Торф со средней степенью разложения	60-87	0,4-0,7	0,6-1,3	0,2-1
Торф сильной степенью разложения	60-76	0,5-0,7	0,8-1,5	0,01-0,5

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Величина подпитывания корнеобитаемого слоя почвы грунтовыми водами (см/сут)

Почвогрунт	Глубина корнеобитаемого слоя почвы, см			
	30	50	70	90
Торф: гипново-осоковый	0,52	0,23	0,11	0,06
Тростниково-осоковый	0,47	0,23	0,13	0,076
Осоково-тростниковый	0,20	0,086	0,044	0,024
Тростниково-древесный	0,066	0,031	0,017	0,01
Гумусированный переходный песчаный слой	0,28	0,13	0,075	0,046
Супесь	0,47	0,25	0,16	0,11
Суглинок пылеватый	0,1	0,045	0,017	0,013
Суглинок тяжелый	0,093	0,046	0,027	0,017
Песок мелкозернистый	24,5	2,27	0,216	0,02

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Коэффициенты водопотребления некоторых сельскохозяйственных культур, м³/т (по А. Д. Панади)

Культура	Год		
	влажный	средний	засушливый
Яровая пшеница	350-400	400-465	435-500
Ячмень (зерно)	375-425	435-500	470-530
Картофель	80-85	110-115	120-130
Томат	125-170	150-200	160-220
Огурцы	100-170	120-200	130-220
Капуста поздняя	65-75	80-90	90-100
Свекла столовая	50-75	60-90	65-100
Многолетние травы	500-550	600-650	700-750

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Типовое распределение водопотребления на осушаемых землях (% от суммы)

Культура	Месяцы						
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Озимая рожь	8	27	25	19	7	3	1
Яровые зерновые	7	19	29	26	13	5	1
Картофель	5	11	22	30	24	7	1
Кукуруза	4	10	27	29	24	5	1
Капуста	3	9	27	29	25	6	1
Многолетние травы	5	18	27	23	17	7	2

ПРИЛОЖЕНИЕ М

Глубина заложения дрен

Почвогрунт	Пропашные и пастбищные культуры	Зерновые культуры и луга
Суглинок средний	0,9-1,0	0,8-1,0
Суглинок легкий	0,9-1,2	0,8-1,1
Супесь	0,9-1,1	0,8-1,0
Песок	0,8-1,0	0,8-1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Расстояние между смежными дренами (В) и собирателями (С) при различном их расположении относительно элементов системы

Условия расположения дрена и собирателей	Расстояние в зависимости от	
	(В)	(С)
Параллельно друг другу	В	С
Перпендикулярно друг другу	В/2	С/4
Сходящиеся истоки	0-3 м	0-3 м
Под прямым углом или острым углом к открытому каналу	до границы разровненного кавальера	
Параллельно границе осушаемого участка (при отсутствии притока с водосбора)	В/2	по границе
Перпендикулярно или под углом к границе осушения (при отсутствии притока с водосбора)	до границы	

ПРИЛОЖЕНИЕ П

Расстояния между закрытыми дренами, м

Почвогрунт	Содержание частиц грунта менее 0,01 мм, %	При осушении	
		полевые, кормовые, овощные севообороты, пастбища	луговопастбищные севообороты и луга
Глина тяжелая	80	9-11	14-16
Глина средняя	80-65	11-13	16-18
Глина легкая	65-50	13-15	18-20
Суглинок тяжелый	50-40	14-16	20-24
Суглинок средний	40-30	16-20	24-28
Суглинок легкий	30-20	20-25	28-35
Супесь	20-10	25-30	35-40
Песок	10	30-50	40-60
Торф, содержащий древесные остатки	-	25-30	30-40
Торф, не содержащий древесные остатки	-	20-30	25-30

ПРИЛОЖЕНИЕ Р

Расстояния между закрытыми собирателями при осушении тяжелых минеральных почв атмосферного питания, м

Использование земель	Почвогрунт	Уклон поверхности, градусы			
		до 0,0005	0,0005-0,002	0,002-0,01	более 0,01
Полевые, овощные, прифермерские севообороты	Глины, тяжелые суглинки	20-25	25-35	35-55	55-75
	Средние суглинки	25-30	30-40	40-60	60-80

ПРИЛОЖЕНИЕ С

Максимальные длины закрытых дрен и собирателей, м

Конструкции (дренаж)	Уклон дна дрен и собирателей	
	0,003-0,005	0,005 и более
Керамический и пластмассовый	200	250
Кротовый	150	200
Щелевой	200	250

ПРИЛОЖЕНИЕ Т

Допустимые длины безуклонных дрен с двусторонним выходом в открытые каналы или коллекторы

Длины, м	Диаметр, мм			
	75	100	125	150
Предельная длина дрен с допустимым содержанием железистых соединений в грунтовых водах	400	700	1000	1200
Предельные длины дрен при недопустимом содержании железистых соединений в грунтовых водах	200	500	800	1000

ПРИЛОЖЕНИЕ У

Коэффициент суммарного водопотребления, м³/т

Культура	Предел	Среднее значение
Пшеница яровая (на зерно)	470-560	510
Ячмень (на зерно)	500-560	535
Овес (на зерно)	560-620	600
Многолетние травы (сено)	470-550	500
Картофель	68-100	80-85
Лен	243-375	300-310
Капуста	250-300	275
Морковь	80-100	90
Свекла столовая	60-90	75
Томаты	150-200	175
Огурцы	180-200	190
Лук	200-300	250

ПРИЛОЖЕНИЕ Ф

Предполивная влажность почвы при орошении сельскохозяйственных культур, % от наименьшей влагоемкости

Культура	Предел изменения	Средние значения
Картофель	65-75	70
Свекла	65-80	75
Морковь	60-80	70
Капуста ранняя	80-85	85
Капуста поздняя	75-85	80
Огурцы	75-85	80
Томаты	70-80	75

ПРИЛОЖЕНИЕ Х

Норма органических удобрений в период окультуривания осушаемых минеральных почв

Естественное плодородие почвы	Норма удобрений, т\га	Продолжительность периода окультуривания, год
Низкое	80-100	3-4
Среднее	60-70	2-3
высокое	40-50	1-2

**Нормы фосфорных и калийных удобрений
(кг действующего вещества на 1 га) для создания требуемого уровня
(мг на 100 г почвы) содержания их в осушаемых почвах**

Почва	Фосфорные		Калийные	
	требуемый уровень	норма	требуемый уровень	норма
Глинистая и тяжелосуглинистая	8	80	10	60
Средне и тяжелосуглинистая	10	60	12	40
Супесчаная и песчаная	10	45	12	30

**Примерные нормы минеральных удобрений при первичном окультуривании осушаемых минеральных почв
(кг действующего вещества на 1 га)**

Культуры и угодья	Уровень плодородия почвы								
	высокий			средний			низкий		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зерновые, однолетние травы	30-40	60-70	60-80	40-50	60-70	80-100	50-60	70-80	90-100
Картофель, корне плоды	40-50	50-70	70-90	40-60	60-70	80-100	50-80	60-80	90-120
Капуста	80-110	60-80	100-120	100-130	70-80	120-140			
Кукуруза	80-110	60-80	100-120						
Соя, горох	45-60	60-70	60-70	50-60	70-80	70-80	70-80	80-100	90-110
Многолетние травы на сено	50-60	60-80	70-90	60-70	70-80	80-100	70-90	90-100	90-110
Многолетние травы на муку, пастбища	180-240	60-90	90-120	240-300	90-110	110-130			

Примечание. Если нормы не указаны, то возделывать культуры при данном уровне плодородия нецелесообразно.

**Примерные севообороты на осушаемых торфяных почвах
Нечерноземной зоны России**

Район	Схема севооборота		
	лугово-кормовые	овощекормовые	полевые
Северный	1. Многолетние травы (беспокровный посев)	1. Однолетние травы, поукосный посев многолетних трав	Неселесообразно
	2-4. Многолетние травы	2-3 Многолетние травы	
	5. Силовые культуры	4. Капуста	
	6. Турнепс	5. Зеленные	
	7. Однолетние травы	6. Силовые	
Северо-западный		7. Корнеплоды	
	1. Однолетние травы, поукосный посев многолетних трав	1. Однолетние травы, поукосный посев многолетних трав	1. Однолетние травы, поукосный посев многолетних трав
	2-6. Многолетние травы	2-4. Многолетние травы	2-3. Многолетние травы
	7. Силовые	5. Картофель	4. Озимые зерновые
	8. Кормовые корнеплоды	6. Капуста	5. Картофель
Центральный		7. Силовые	6-7. Яровые зерновые
	1. Однолетние травы, поукосный посев многолетних трав	1. Однолетние травы, поукосный посев многолетних трав	1. Однолетние травы, поукосный посев многолетних трав
	2-7. Многолетние травы	2-4. Многолетние травы	2-4. Многолетние травы
	8. Озимая рожь	5. Озимая рожь	5. Озимые зерновые
	9. Картофель	6. Капуста	6. Яровые зерновые
	10. Корнеплоды кормовые	7. Яровые зерновые	7. Картофель

Примерные полевые, кормовые и овощные севообороты на осушаемых минеральных почвах для северо-западного района Нечерноземной зоны России

Вид севооборота	Вариант схемы севооборота	
	лугово-кормовой	овощекормовой
Полевой	1. Беспокровный посев многолетних трав	1. Однолетние травы+ многолетние травы
	2-3. Многолетние травы	2-3. Многолетние травы
	4. Яровые зерновые	4. Озимые зерновые
	5. Картофель	5. Картофель
	6. Яровые зерновые	6. Яровые зерновые
Кормовой	1. Ячмень + многолетние травы	1. Беспокровный посев многолетних трав
	2-3. Многолетние травы	2-4. Многолетние травы
	4. Силосные	5. Силосные
	5. Кормовые корнеплоды	6. Кормовые корнеплоды
	6. Однолетние травы	7. Однолетние травы
	7. Кормовые корнеплоды	8. Кормовые корнеплоды
Овощной		9. Однолетние травы
	1. Однолетние травы	1. Однолетние травы+ многолетние трав
	2. Капуста	2. Многолетние травы
	3. Зеленные	3. Капуста
	4. Капуста	4. Морковь
	5. Зеленные	5. Зеленные
	6. Капуста	

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Виды и задачи мелиорации. Основные понятия.....	5
1.1 Понятие мелиорации	5
1.2 Виды мелиорации.....	7
2 Характеристика природных условий и водно-физических свойств почв и грунтов.....	9
2.1 Водный режим почв, его регулирование.....	10
2.2 Регулирование воздушного, теплового и светового режимов	19
2.3 Расчет водного баланса корнеобитаемого слоя почвы.....	25
3 Осушительные мелиорации.....	29
3.1 Типы водного питания и причины переувлажнения земель.....	31
3.2 Обоснование методов и способов мелиорации переувлажненных земель	34
3.3 Режим осушения и требования сельскохозяйственных культур к водному режиму почв.....	37
3.4 Осушительная система и ее элементы.....	38
3.5 Выбор типа мелиоративной системы.....	41
3.6 Строительство мелиоративных систем.....	42
3.7 Определение расстояния между дренами и собирателями.....	43
3.8 Проектирование мелиоративной сети на плане.....	45
3.9 Проектирование и увязка водотоков в вертикальной плоскости.....	46
3.10 Гидрологические расчеты проводящей сети.....	49
3.11 Гидравлические расчеты проводящей сети.....	50
3.12 Защита дренажа от заиления.....	53
3.13 Осушительно-увлажнительные системы.....	54
3.14 Гидротехнические сооружения и дороги.....	58
3.15 Специальные способы осушения.....	58
3.16 Особенности осушения торфяных месторождений.....	61
3.17 Особенности осушения тяжелых минеральных почв.....	63
3.18 Особенности осушения в садово-парковом хозяйстве.....	64
4 Оросительные мелиорации.....	67
4.1 Режим орошения и обоснование необходимости поливов.....	67
4.2 Методы и способы орошения.....	74
4.3 Оросительные системы и их основные элементы.....	78
5 Культуртехнические, агромелиоративные и природоохранные мероприятия.....	82
5.1 Техническое состояние земель и состав культуртехнических работ....	82
5.2 Основные требования к культуртехническим работам.....	99
5.3 Агромелиоративные мероприятия.....	100
5.4 Виды сельскохозяйственного использования осушаемых земель, севообороты.....	103

5.5 Эксплуатация гидромелиоративных систем.....	104
5.6 Природоохранные мероприятия.....	106
5.7 Особенности проведения мелиорации в Калининградской области.....	110
6 Рекультивация техногенно нарушенных земель.....	114
6.1 Этапы рекультивации.....	114
6.2 Рекультивация выработанных торфяников.....	117
Список использованных источников.....	120
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ А Основные водно-физические свойства осушаемых почв.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Продолжительность вегетации сельскохозяйственных культур.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ В Нормы осушения торфяно-болотных и минеральных ..	122
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Оптимальная влажность почвы в % от полной влагоемкости (А. И. Безменов, 1974).....	122
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Водные свойства (% от объема почвы) основных почвенных разностей ..	123
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Максимальная расчетная глубина корнеобитаемого слоя почвы.....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Средние значения пористости и высоты капиллярного поднятия.....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ И Величина подпитывания корнеобитаемого слоя почвы грунтовыми водами (см/сут).....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ К Коэффициенты водопотребления некоторых сельскохозяйственных культур (по А. Д. Панадиади).....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Типовое распределение водопотребления на осушаемых землях (% от суммы).....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ М Глубина заложения дрен.....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ Н Расстояние между смежными дренами (В) и собирателями (С) при различном их расположении относительно элементов системы.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ П Расстояния между закрытыми дренами.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ Р Расстояния между закрытыми собирателями при осушении тяжелых минеральных почв атмосферного питания.....	127
ПРИЛОЖЕНИЕ С Максимальные длины закрытых дрен и собирателей...	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Т Допустимые длины безуклонных дрен с двусторонним выходом в открытые каналы или коллекторы.....	127
ПРИЛОЖЕНИЕ У Коэффициент суммарного водопотребления.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ Ф Предполивная влажность почвы при орошении сельскохозяйственных культур, % от наименьшей влагоемкости.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ Х Норма органических удобрений в период окультуривания осушаемых минеральных почв.....	128

ПРИЛОЖЕНИЕ Ц Нормы фосфорных и калийных удобрений (кг действующего вещества на 1 га) для создания требуемого уровня (мг на 100 г почвы) содержания их в осушаемых почвах.....	129
ПРИЛОЖЕНИЕ Ш Примерные нормы минеральных удобрений при пер- вичном окультуривании осушаемых минеральных почв (кг действующе- го вещества на 1 га).....	130
ПРИЛОЖЕНИЕ Щ Примерные севообороты на осушаемых торфяных почвах Нечерноземной зоны России	131
ПРИЛОЖЕНИЕ Э Примерные полевые, кормовые и овощные севообо- роты на осушаемых минеральных почвах для северо-западного района Нечерноземной зоны России.....	132

Учебное издание

Екатерина Андреевна Барановская

МЕЛИОРАЦИЯ

Редактор Е. Билко

Подписано в печать 7.12.2023 г. Формат 60x90 (1/16)

Уч.-изд. л. 10,5. Печ. л. 8,5. Тираж 50 экз. Заказ № 107

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1